



**UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA  
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS  
DEPARTAMENTO DE FITOTECNIA E CIÊNCIAS AMBIENTAIS  
COORDENAÇÃO DE AGRONOMIA**

**DESEMPENHO DO ALGODOEIRO BRS SAFIRA EM CONSÓRCIOS  
AGROECOLÓGICOS NO SEMIÁRIDO**

**RODOLFO ASSIS DE OLIVEIRA**

**AREIA – PB**

**OUTUBRO DE 2012**

**RODOLFO ASSIS DE OLIVEIRA**

**DESEMPENHO DO ALGODOEIRO BRS SAFIRA EM CONSÓRCIOS  
AGROECOLÓGICOS NO SEMIÁRIDO**

Trabalho de conclusão de curso de  
Graduação em Agronomia apresentado  
à Universidade Federal da Paraíba –  
Areia/PB, em cumprimento às  
exigências para obtenção do Título de  
Engenheiro Agrônomo.

**Orientador: Dr. Melchior Naelson Batista da Silva**  
**Pesquisador da Embrapa Algodão**

**AREIA – PB**

**OUTUBRO DE 2012**

Ficha Catalográfica Elaborada na Seção de Processos Técnicos da  
Biblioteca Setorial do CCA, UFPB, Campus II, Areia – PB.  
Bibliotecária: Elisabete Sirino da Silva, CRB – 4/905

O48d Oliveira, Rodolfo Assis de.

Desempenho do algodoeiro BRS Safira em consórcios agroecológicos no  
Semiárido. / Rodolfo Assis de Oliveira. - Areia: UFPB/CCA, 2012.  
53 f.: il.

Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Agronomia) - Centro de Ciências  
Agrárias. Universidade Federal da Paraíba, Areia, 2012.

Bibliografia.

Orientador (a): Melchior Naelson Batista da Silva.

1. Algodoeiro BRS Safira-consórcios agroecológicos 2. . *Gossypium hirsutum* 3 -  
Oleaginosas I. Silva, Melchior Naelson Batista da (Orientador) II. Título.

UFPB/CCA

CDU: 633.54

**RODOLFO ASSIS DE OLIVEIRA**

**DESEMPENHO DO ALGODOEIRO BRS SAFIRA EM CONSÓRCIOS  
AGROECOLÓGICOS NO SEMIÁRIDO**

Aprovado em 19 de outubro de 2012

**BANCA EXAMINADORA**

---

**Dr. Melchior Naelson Batista da Silva**  
Pesquisador da Embrapa Algodão  
(Orientador)

---

**Dr. Fábio Aquino de Albuquerque**  
Pesquisador da Embrapa Algodão  
(Examinador)

---

**Prof. Leossávio César de Souza**  
DFCA/CCA/UFPB  
(Examinador)

**AREIA-PB**

**OUTUBRO DE 2012**

... A **Deus** e à minha família pelo apoio e  
motivação que tiveram comigo durante o  
curso.

**DEDICO**

## AGRADECIMENTOS

A Deus por me mostrar que sempre há luz quando tudo parece escuro e por colocar pessoas dispostas a me ajudar nos momentos difíceis durante o curso;

Aos meus pais Tarcísio José de Oliveira e Vera Lucia de Assis Lucena, por torcerem sempre pelo meu sucesso e apoiarem minhas decisões;

Aos meus irmãos Maria Vitória Assis de Oliveira, Marcilio Assis de Oliveira, Tarcísio José de Oliveira Filho, Monique Hellen Assis de Oliveira, Leopoldo Assis de Oliveira, Vivian Consuelo Assis de Oliveira, Olívio Assis de Oliveira e Vinícius Assis de Oliveira, por estarem presentes durante todo tempo do curso que estive ausente e por fazerem parte da minha história de vida;

Aos meus avós maternos e paternos, Iracema Ramos de Oliveira, Inocêncio de Oliveira Borges in memoria e Alfeu in memoria e Maria in memoria, por ter me mostrado o quão é importante ser digno, ter caráter e, acima de tudo, crer em Deus.

À família da minha tia Maria do Socorro Ramos Salustiano, Osmar Ramos Salustiano, Cleomar Ramos Salustiano in memoria, Gustavo Ramos Salustiano, Karol Ramos Salustiano e Samuel Ramos Salustiano, pelo apoio e estada, por serem pacientes comigo e por entender meus momentos de ausência em prol de minha vida acadêmica.

Ao meu orientador Melchior Naelson Batista da Silva, pela grande contribuição oferecida para minha formação profissional e pela simplicidade, honestidade, euforia pela pesquisa agrícola e amizade que demonstra como ser humano.

Aos colegas e pesquisadores da Embrapa Manoel Francisco de Souza, Fábio Aquino de Albuquerque, Isaias Alves, Nair Castro Arriel, Joffre Kouri, Marenilson Batista da Silva, José Rodrigues Pereira, Cristina Shetino Bastos, Fábio Aquino Suinaga, porque sempre estiveram disponíveis.

Aos meus amigos de acadêmica, Nicholas Lucena Queiroz, Gildivan dos Santos Silva, Sherly Aparecida da Silva, Erinaldo Rodrigues da Silva, José Bruno Malaquias, Fábio Júnior Araújo da Silva, Ewerton Bruno da Silva Soares, Haron Salvador Reinaldo, Antônio de Pádua

Rosendo de Paiva, Anecleia Rodrigues de Lima, pelos momentos de descontração dentro da academia.

Aos colegas de sala de aula: Ricardo, Aline, Raphael Passaglia, Edimilson, Weliton, Pedro, por compartilharem comigo da vida acadêmica, especialmente à turma 2007.1.

Ao Centro de Ciências Agrárias e à Universidade Federal da Paraíba por me conceder ensinamentos enquanto membro discente desta casa.

A todos os professores do CCA/UFPB, que me repassaram o conhecimento e que em muito contribuíram para minha formação acadêmica, em especial ao Profº. Flávio Pereira de Oliveira por ter me orientado durante momentos finais da graduação.

À Embrapa Algodão e a ONG ARRIBAÇÃ, por ter me cedido o espaço físico para a realização das atividades e ao CNPq/FINEP, pela concessão da Bolsa e dos demais recursos financeiros capazes de facilitar a execução deste trabalho.

Aos agricultores do Assentamento Queimadas, principalmente a Alexandre e Vânia, por serem sempre tão bem receptivos com a equipe de estagiários da qual fiz parte.

Aos meus familiares em nome de Vicente de Oliveira Borges, Lêda e Hosana pelo apoio e vibração em minha vida acadêmica.

## SUMÁRIO

<b>LISTA DE TABELAS.....</b>	<b>viii</b>
<b>LISTA DE FIGURAS.....</b>	<b>ix</b>
<b>RESUMO.....</b>	<b>x</b>
<b>ABSTRACT.....</b>	<b>xi</b>
<b>1. INTRODUÇÃO.....</b>	<b>1</b>
1.1. Objetivo Geral.....	2
1.1.1 Objetivos específicos.....	3
<b>2. REVISÃO DE LITERATURA.....</b>	<b>4</b>
2.1. Algodão Agroecológico no Curimataú Paraibano.....	4
2.2. Análise Energética dos Sistemas Agrícolas.....	6
2.3. Componentes de Produção.....	7
<b>3. MATERIAL E MÉTODOS.....</b>	<b>9</b>
3.1. Índice de eficiência agrônômica: Uso e Eficiência da Terra (UET), Razão de Área Equivalente no Tempo (ATER), Coeficiente Equivalente de Terra (LEC), Índice de Eficiência Produtiva (IEP) dos consórcios.....	15
3.2. Análise energética dos agroecossistemas.....	17
3.3. Qualidade de Fibra e Fio.....	17
3.4. Análise estatística.....	17
<b>4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....</b>	<b>19</b>
<b>5. CONCLUSÕES.....</b>	<b>28</b>
<b>6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>29</b>
<b>7. APÊNDICE .....</b>	<b>36</b>



## LISTA DE TABELAS

<b>TABELA 1</b>	Atributos químicos do solo na profundidade de 0-5 cm nos anos de 2008 e 2009, no Assentamento Queimadas, Remígio-PB.....	9
<b>TABELA 2.</b>	Resumo das análises de variância da Produtividade (kg ha <sup>-1</sup> ), Rendimento em Fibras (kg de pluma ha <sup>-1</sup> ), Número de Ramos Produtivos, Número de Ramos Vegetativos, Altura aos 120 dias (cm) e Diâmetro de caule aos 120 dias (mm) do algodoeiro BRS Safira em agroecossistemas agroecológicos nos anos de 2008 e 2009, no Assentamento Queimadas, Remígio-PB.....	19
<b>TABELA 3.</b>	Valores médios da Produtividade, Rendimento de Fibra (kg.ha <sup>-1</sup> ), UET Total (Uso e Eficiência da Terra), ATER (Razão de Área Equivalente no Tempo), LEC (Coeficiente Equivalente de Terra), IEP (Índice de Eficiência Produtiva), Número de capulhos (nº/planta) e Número de ramos produtivos (nº/planta) em agroecossistemas agroecológicos do algodoeiro BRS Safira nos anos de 2008 e 2009, no Assentamento Queimadas, Remígio-PB.....	21
<b>TABELA 4</b>	Valores médios de UET (Uso e Eficiência da Terra), ATER (Razão de Área Equivalente no Tempo), LEC (Coeficiente Equivalente de Terra) e IEP (Índice de Eficiência Produtiva) em agroecossistemas agroecológicos do algodoeiro BRS Safira nos anos de 2008 e 2009, no Assentamento Queimadas, Remígio-PB.....	
<b>TABELA 5.</b>	Valores médios de UET Parcial por agroecossistemas agroecológicos nos anos de 2008 e 2009, no Assentamento Queimadas, Remígio-PB. .....	23
<b>TABELA 6.</b>	Qualidade de fibra do algodoeiro, BRS Safira, cultivado em sistemas agroecológicos nos anos de 2008 e 2009, no Assentamento Queimadas, Remígio-PB.....	23
<b>TABELA 7.</b>	Entrada e saída de energia e relação custo/benefício consórcios de Algodão + Milho + Feijão e Algodão + Amendoim + Gergelim e seus respectivos sistemas solteiros, Remígio-PB.....	25

## LISTA DE FIGURAS

- FIGURA 1.** Variação mensal de precipitação pluvial (mm) e duas médias de temperatura máxima (T<sub>máx</sub>) e mínima (T<sub>min</sub>) ocorrida nos anos de 2008 e de 2009, no Assentamento Queimadas em Remígio, PB..... 10
- FIGURA 2.** Detalhes dos agroecossistemas: T1: Consórcio de Algodão+Feijão+Milho; T2: Consórcio de Algodão+Amendoim+Gergelim; T3: Feijão solteiro; T4: Algodão Solteiro; T5: Amendoim Solteiro; T6: Gergelim Solteiro; T7: Milho Solteiro nos anos 2008 e 2009, Remígio-PB..... 12
- FIGURA 3.** Croqui do experimento “Consórcios Agroecológicos” com casualização dos tratamentos em cada bloco. Remígio, PB, 2008 e 2009..... 14

OLIVEIRA, R. A. **Desempenho do algodoeiro BRS Safira em consórcios agroecológicos no semiárido**. UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA, Areia – PB, Centro de Ciências Agrárias, Outubro de 2012. (Monografia. Curso de Agronomia, Orientador: Dr. Melchior Naelson Batista da Silva).

**RESUMO** – O algodão foi durante muito tempo uma das principais culturas geradoras de renda e mão-de-obra no Semiárido. Além dos aspectos relacionados com problemas de políticas econômicas e surgimento do bicudo (*Anthonomus grandis*) no início da década de 80, mudanças na matriz tecnológica e posterior aumento nos custos de produção promoveram a derrocada da cotonicultura. Atualmente o cultivo do algodão orgânico está associado a pelo menos três culturas alimentares. O objetivo do trabalho foi analisar a eficiência de sistemas consorciados de algodão herbáceo, cv. BRS Safira, verificando-se os indicadores agroeconômicos, a eficiência energética e os componentes de produção nas condições de agricultura familiar do semiárido brasileiro. Foram analisados dois consórcios T1: algodão+milho+feijão, T2: algodão+amendoim+gergelim e seus respectivos sistemas solteiros que foram comparados durante os anos de 2008 e 2009 sob manejo agroecológico. Para a avaliação dos consórcios considerou-se o índice de uso e eficiência da terra (UET), índice de eficiência produtiva (IEP), razão de área equivalente no tempo (ATER) e coeficiente equivalente de terra (LEC), foram tomados dados de rendimento, altura, diâmetro, número de ramos produtivo e número de ramos vegetativos. Todos os dados de entradas e saídas de energia destes dois sistemas consorciados foram coletados e anotados bem como dos seus respectivos sistemas solteiros. O arranjo de algodão+milho+feijão indicou maior produtividade do algodoeiro BRS Safira no consórcio. Os sistemas de consórcios interferiram no rendimento do algodoeiro mas não alteram as qualidades de fibra. A maior eficiência energética e econômica alcançada foi quando o algodoeiro foi consorciado com milho e feijão.

**Palavras-Chave:** *Gossypium hirsutum* L. ; oleaginosas; análise energética.

OLIVEIRA, R. A. **Performance of cotton BRS Safira intercropping on agroecology in Semiarid.** Universidade Federal da Paraíba, Areia - PB, Centro de Ciências Agrárias, October 2012. (Monografia. Course of Agronomy, Adviser: Dr. Melchior Naelson Batista da Silva).

**ABSTRACT** - The Cotton has long been one of the main crops income generating and hand labor in Semiarid. Besides the aspects referents a economic problems and the emergence of the boll weevil (*Anthonomus grandis*) in the early 80's, changes in the technological matrix and subsequent increase in costs of production promoted the collapse of the cotton industry, semiarid. Currently the cultivation of organic cotton is associated with at least three food crops. The objective of this study was to analyze the efficiency of intercropping systems of upland cotton, cv. BRS Safira, verifying indicators agroeconomic, energy efficiency and yield components in conditions of semi-arid Brazilian family farming. We analyzed two intercropping, T1: cotton+corn+beans, T2: cotton+peanut+sesame and your respective monoculture and the were compared during the year 2008 and 2009 under agroecological management. The efficiency of intercropping was measured by land equivalent ratio (LER), productive efficiency ratio (IEP), the land equivalent ratio of time (ATER) and equivalent coefficient of earth (LEC), data were taken yield, height, number of branches and number of productive vegetative branches. All data inputs and outputs of energy these two intercropping systems were collected and recorded as well as their respective monoculture. The arrangement cotton+corn+bean showed higher cotton yields in the intercropping BRS Safira. The intercropping interfere in cotton yield but do not alter the qualities of fiber. Increased energy efficiency and cost was achieved when cotton was intercropped with maize and beans..

**Key-Words:** *Gossypium hirsutum* L., oilseeds, energy analysis.

## 1. INTRODUÇÃO

O algodão foi durante muito tempo uma das principais culturas geradoras de renda e mão-de-obra no Semiárido. Além dos aspectos relacionados com problemas de políticas econômicas e surgimento do bicudo (*Anthonomus grandis*) no início da década de 80, mudanças na matriz tecnológica e posterior aumento nos custos de produção promoveram a derrocada da cotonicultura. (SILVA, et. al, 2007)

Apesar do polo produtivo ter migrado para a região dos Cerrados, BELTRÃO et al. (2009) destacaram a região Semiárida como possuidora de condições edafoclimáticas favoráveis ao cultivo do algodão agroecológico. Além disso, as características das propriedades da região, ocupadas basicamente por agricultores familiares que cultivam roçados diversificados e possuem a mão-de-obra da família como fonte de trabalho, favorecem o cultivo do algodoeiro em bases ecológicas.

No Semiárido brasileiro o cultivo do algodão orgânico esta associado a pelo menos três culturas alimentares ESPLAR (2008), e a avaliação da conformidade dos padrões orgânicos esta de acordo com normas internacionalmente reconhecidas pelas: normas europeias (EU 834/2007), normas americanas (Programa Orgânico Nacional -NOP), normas indianas (Programa Nacional Indiano de Produção Orgânica - NPOP) e normas japonesas (Padrão Japonês Agrícola - JAS), que garantem ao consumidor final a rastreabilidade do produto (MARTIN et al., 2010).

A prática de consórcios com oleaginosas e culturas alimentares vem sendo muito utilizada pelo agricultor familiar do Nordeste brasileiro como maneira de solucionar problemas relacionados às irregularidades climáticas no semiárido (AZEVEDO et. al, 2000; ARAÚJO et. al, 2008) por apresentar benefícios múltiplos, tais como o uso mais eficiente dos recursos naturais limitados e economiza nitrogênio quando leguminosas são incluídas (MORGADO, 1986).

FUNES-MONZOTE (2009) propõe que a quantificação da eficiência dos sistemas de produção de alimentos constitui uma ferramenta para os desenhos de maiores estratégias de manejo agrícola e tomadas de decisões políticas, e isso permite verificar se o setor agrícola esta ou não, cumprindo seus objetivos, ou de que forma poderia ser conduzido (CASTANHO FILHO & CHABARIBERY, 1983).

A importância da análise do balanço energético é fornecer parâmetros necessários para mensurar, interpretar e subsidiar a tomada de decisões (COMITRE, 1993). No entanto, qualquer análise energética dos sistemas agrícolas deve considerar os rendimentos e retornos financeiros. Apenas o retorno da energia não supre o que precisamos saber sobre a

sustentabilidade do sistema de produção agrícola. No entanto, são poucos trabalhos na literatura científica principalmente envolvendo oleaginosas.

Ao contrário da eficiência energética, a avaliação agronômica dos consórcios deve envolver indicadores agroeconômicos (CONNOLLY et al., 2001), a saber: índice de eficiência produtiva (BEZERRA NETO et al., 2012) e o índice de uso e eficiência da terra (UET ou LER) sugerida por TRENBATH (1981) e WILLEY (1979). No entanto, a avaliação de outros indicadores como: agressividade McGILCHRIST (1965) e DHIMA et al. (2007), razão de competitividade EGBER & BAR-ANYAM (2010) índice de produtividade dos sistemas ODO (1991) entre outros, se tornam restritas quando trabalhamos com três ou mais culturas.

Em geral vários trabalhos têm comprovado as vantagens agroeconômicas em cultivos consorciados, em comparação com o monocultivo de cada espécie, a exemplo de BEZERRA NETO et al. (2012), MORGADO & RAO (1986), AZEVEDO et al. (2000), KATSVAIRO (2009) e ARAÚJO et al. (2008).

Vale destacar que apesar da aparente diversidade de metas a serem alcançadas, no cultivo do algodoeiro em extensas ou em pequenas áreas, em regime convencional ou orgânico, em ambos os casos objetiva-se o desenvolvimento de uma “tecnologia apropriada” capaz de permitir a manifestação de potencial produtivo e garantir a sustentabilidade (SILVA, et al., 2007). Neste sentido, o cultivo do algodoeiro colorido estabelecido em bases orgânicas, desponta como uma solução viável e adequada às pequenas áreas e oferece uma alternativa de cultivo consorciado com as culturas tradicionalmente cultivadas nas áreas de assentamento da Paraíba.

### **1.1. Objetivo Geral**

Objetivou-se com esse trabalho analisar a eficiência de sistemas consorciados de algodão herbáceo, cv. BRS Safira, verificando-se os indicadores agroeconômicos, a eficiência energética e os componentes de produção nas condições de agricultura familiar do semiárido brasileiro.

### **1.1.1. Objetivos Específicos**

- Determinar o Índice de eficiência agrônômica: Uso e Eficiência da Terra (UET), Razão de Área Equivalente no Tempo (ATER), Coeficiente Equivalente de Terra (LEC), Índice de Eficiência Produtiva (IEP) dos consórcios de algodão+milho+feijão e algodão+amendoim+gergelim.
- Avaliar a eficiência agrônômica dos consórcios de algodão+milho+feijão e algodão+amendoim+gergelim.
- Avaliar a eficiência energética desses dois sistemas de consórcios e seus respectivos sistemas solteiros.
- Determinar os parâmetros tecnológico de fibra e fio do algodão BRS Safira em sistemas consorciado e solteiro.

## **2. REVISÃO DE LITERATURA**

### **2.1. Algodão Agroecológico no Curimataú Paraibano.**

Na década de 1960 e início dos anos 70, o algodão nordestino chegou a uma representatividade acima de 40% da produção nacional. Só em 1971, ocupava uma área de 3 milhões e 127 mil hectares, o equivalente a 27,8% do espaço total ocupado com lavouras na região. (BELTRÃO, et. al, 2010)

No Brasil, a tentativa de produzir algodão em bases ecológicas foi iniciada pelo ESPLAR (Escritório de Planejamento e Assistência Rural), em fins de 1989, através da pesquisa “manejo ecológico do algodoeiro mocó (*Gossypium hirsutum marie galante* Hutch)”, visando a convivência produtiva com o bicudo (*Anthonomus grandis* Boheman). Essa atividade desenvolveu-se em meio a uma grave crise, que quase extinguiu essa cultura no Nordeste, e teve como uma das suas causas a chegada do bicudo. E estava voltada para a recuperação dos seus sistemas produtivos, através de uma proposta que visou-se melhorar os consórcios tradicionais do algodão arbóreo com o milho e o feijão, pela introdução de práticas de conservação do solo, a incorporação da leucena (*Leucaena leucocephala*) nesses consórcios e o uso da cultivar CNPA 4M, precoce. (LIMA & OLIVEIRA, 2012).

Atualmente, o algodão colorido desponta como uma das principais alternativas para a cotonicultura no Semiárido nordestino (EMBRAPA ALGODÃO, 2010). A coloração natural das fibras dispensa o tingimento artificial e valoriza os novos produtos, que quando cultivados em sistemas orgânicos ou agroecológicos agregam valor comercial em favor do agricultor (SOUZA, 2000).

No Semiárido nordestino o algodão orgânico é cultivado em associação com pelo menos três culturas obedecendo a padrões internacionalmente reconhecidos a saber europeu (EU), americano (NOP), indiano (NPOP) e japonês (JAS). Cultivado por agricultores familiares organizados em associações e cooperativas onde a valorização do saber local e da mão-de-obra familiar de base agroecológica, a utilização de consórcios, variedades adaptadas e a aplicação de fertilizantes orgânicos promovem melhores produtividades nos sistemas de plantio. (ESPLAR, 2008).

Formas de produção consideradas mais restritivas em relação ao emprego de insumos sintéticos também se constituem em alternativas viáveis à produção de algodão e têm despontado cada vez mais no cenário produtivo. De acordo com levantamentos de 2007 mais



de 31 milhões de hectares são cultivados organicamente em aproximadamente 120 países. Essa quantia representa menos que 1% da área total agricultável desses países (ZEHNDER et al., 2007).

O algodão de fibra colorida possui um público consumidor diferenciado, alcançando maiores preços no mercado. No Brasil, a produção de algodão colorido concentra-se exclusivamente no Nordeste (CARVALHO, 2008). Nessa região, a produção tem sido obtida do cultivo em pequenas áreas (entre 1 a 2 ha) de agricultores assentados, em regime orgânico. Devido ao cultivo de uma fibra diferenciada e produzida em regime orgânico, os agricultores têm obtido ágio na venda de cerca de 25 a 30% em relação ao preço obtido com o algodão branco, cultivado convencionalmente. (BELTRÃO et.al, 2010).

O algodão de fibra colorida constitui-se em matéria-prima para peças artesanais tais como tapetes, redes, colchas, mantas, toalhas, camisetas e outras. Essas peças são fabricadas por uma cooperativa e outras pequenas empresas que as comercializam localmente ou distribuem dentro e fora do Brasil (CARVALHO, 2008; NATURAL FASHION, 2009), sendo os preços das peças consideravelmente mais elevados do que daquelas fabricadas com algodão produzido convencionalmente ou tingido artificialmente. (BELTRÃO et.al, 2010)

Vários países têm apresentado experiências positivas no cultivo do algodoeiro estabelecido em bases sustentáveis. No Brasil, poucos grupos vêm desenvolvendo ações no sentido de viabilizar a produção sustentável do algodoeiro. No Nordeste brasileiro, mas especificamente no semiárido Cearense e Paraibano, o Esplar e a Embrapa Algodão, apoiam a iniciativa de cultivo do algodão agroecológico, como forma de diversificação da produção obtida em áreas de assentamentos. A iniciativa, que começou com poucos agricultores, aos poucos se disseminou para outras comunidades ou passou a ser adotada por maior número de agricultores de uma mesma comunidade. Como o contrato de venda da pluma para empresas tais como a Veja Fairtrade, a YD Confecções e a Coopnatural é firmado antes do início do cultivo, o risco é minimizado. As empresas se responsabilizam pela coleta e beneficiamento da pluma e estabelecem no contrato o valor do ágio a ser pago aos agricultores. Desta forma, o cultivo tem alcançado êxito. (ESPLAR, 2008).

Em estudos realizados por LIMA et al. (2008), revelaram que os consórcios de oleaginosas (algodão) com culturas alimentares (milho e feijão) tem demonstrado ganhos agronômicos e fitotécnicos para os agricultores no semiárido e dentre algumas das vantagens o uso de consórcios com culturas tradicionais tem sido apontado.

A região Nordeste destaca-se por apresentar condições climáticas favoráveis à redução da incidência de pragas e doenças do algodoeiro que, de certa forma, tem viabilizado o cultivo sustentável desta Malvaceae. Entretanto, mesmo nestas áreas, a grande ameaça à

sustentabilidade do cultivo tem sido o ataque de insetos-praga, considerando que o algodoeiro possui cerca de 30 espécies com potencial de se tornarem pragas da cultura (ALMEIDA & SILVA, 1999; GALLO et al., 2002). Vale ressaltar, que as cultivares de algodão colorido empregadas nesses cultivos foram selecionadas para as condições ambientais predominantes no semiárido nordestino, com incidência de baixos índices de precipitação e alta intensidade de radiação solar (CARVALHO, 2008).

Considerando a existência de cultivo orgânico de culturas alimentares (feijão, milho, gergelim e amendoim) e outras espécies em propriedades localizadas no Curimataú Paraibano, o cultivo orgânico do algodoeiro colorido pode representar uma possibilidade de diversificação e/ou rotação com as culturas tradicionalmente já cultivadas. (LIMA, 2008)

A região compreendida por Campina Grande e o território da Borborema possui algumas cooperativas têxteis que se dedicam à fabricação de peças artesanais usando como matéria prima o fio do algodão branco, que é tingido sempre que necessário. A disponibilização de um fio naturalmente colorido, além de agregar valor às peças, pode reduzir os custos decorrentes de sua fabricação, aumentando os ganhos líquidos, sem o inconveniente de possuir as mesmas limitações ambientais decorrentes do tingimento artificial do fio branco. (BELTRÃO et. al, 2010).

## **2.2. Análise Energética dos Sistemas Agrícolas**

COMITRE (1993) destacou que a avaliação do sistema sob os enfoques energético e econômico permite detectar as principais fontes de energias utilizadas e o respectivo grau de dependência do sistema em relação à disponibilidade e ao custo dessas energias. BUENO (2002), por sua vez, expôs que a eficiência de um sistema de produção agrícola abrange dois aspectos fundamentais: físicos, no que diz respeito à produção e produtividade obtidas e econômicos, relacionando custos e lucratividade. O redesenho desses sistemas, em termos de utilização de energia define graus de dependência dessa categoria com determinados sistemas produtivos.

Utilizar de maneira eficiente todas as fontes de energia disponível não é uma alternativa é uma necessidade (FUNES-MONZOTE, 2009). Para o mesmo autor a atividade agropecuária é um dos setores da economia que poderia avançar com maior rapidez nesse sentido. Para isso é necessário desenvolver e implementar de maneira efetiva sistemas sustentáveis para a produção combinada de alimento e energia. O objetivo final desses sistemas de produção é uma agricultura que tenha um balanço energético positivo.

Do ponto de vista energético, portanto, não é recomendada uma dependência de fontes de energia não-renováveis que estabeleça limites rígidos em relação à produção física final, ou seja, que possam constituir-se como limitadores junto ao processo de produção agrícola. A análise energética justifica-se enquanto instrumento fundamental de avaliação do processo produtivo, principalmente no tocante ao item sustentabilidade. (GATIN, 2010)

O modelo predominante no agronegócio, que utiliza alta tecnologia, grandes máquinas e toneladas de insumos e subsídios, gera uma atividade com grande dependência de energia externa. Não se sustenta, entretanto, a médio ou longo prazo, pois o aumento de produtividade que pode pagar esse custo de energia não se preserva. Esses problemas são a base da contestação a esse modelo de agricultura que adota enfoque monofatorial e despreza os processos biológicos, provocando impactos ambientais negativos (ROSSET, 1999; TILMAN et. al. 2002).

O manejo empregado nos sistemas de produção orgânica, em geral, compreende técnicas destinadas a potencializar a ação benéfica da microfauna e microflora; visa elevar os níveis de matéria orgânica e melhorar as condições físicas do solo. Isto produz resultados diretos sobre a nutrição das plantas e, em consequência, sobre a sua sanidade. (BELTRÃO et. al, 2010) Para TAVARES et al. (2010), avaliando a eficiência energética em consórcio de algodão+milho+feijão, constataram que o fato de o sistema ser conduzido de maneira orgânica tem-se que a maior demanda energética que seria em função dos produtos que em seu processo usam energia fóssil, para sua produção, acaba não ocorrendo, ficando essa maior demanda pelo uso das sementes.

### **2.3. Componentes de produção**

LIMA et. al (2008), estudando consórcios agroecológicos de algodão + feijão, algodão + coentro e algodão solteiro encontraram uma produtividade de 761,68, 877,39 e 789,50 kg ha<sup>-1</sup> respectivamente no Curimataú paraibano nas mesmas condições desse estudo.

Já OLIVEIRA, et. al, 2011, quando avaliou a produtividade do consórcio de algodão+feijão, algodão+cebola, algodão+coentro e algodão+gergelim verificaram que a produtividade do algodão BRS Topázio foi de 1017,44, 1543,49, 1033,17, 1199,88 kg ha<sup>-1</sup> respectivamente demonstrado a eficiência produtiva desses agroecossistemas. No entanto, vários índices são usados para medir a eficiência desses sistemas (CONNOLLY, et. al, 2001).

Para (CONNOLLY, et. al, 2001) o mais utilizado é o índice de uso e eficiência da terra (UET) que em levantamento realizado verificaram que 53% dos trabalhos utilizam o UET

entre outros: índice de eficiência produtiva (IEP), Razão de Área Equivalente no Tempo (ATER) e Coeficiente Equivalente de Terra (LEC).

BEZERRA NETO et. al, 2012, utilizando IEP, em consórcios com hortaliças no Semiárido verificou eficiência desses sistemas, bem como evidências significativas do uso desse índice.

### 3. MATERIAL E MÉTODOS

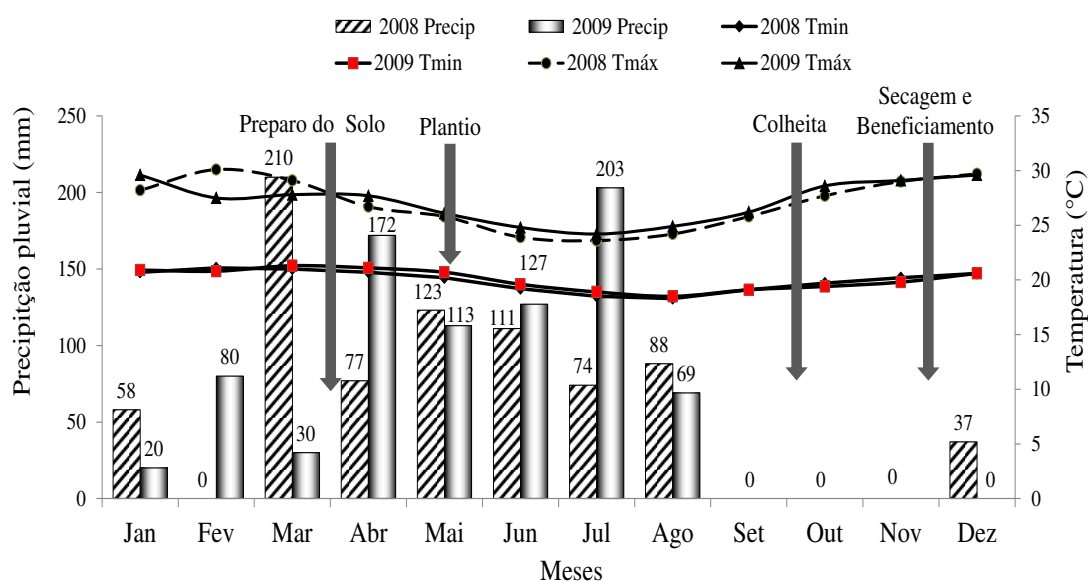
O trabalho foi conduzido no Assentamento Queimadas, Remígio – PB sobre as coordenadas de latitude 06° 54' 10" S e longitude 35° 50' 02" O, em condições de sequeiro, de abril a outubro no ano de 2008 e 2009, em um solo Neossolo regolítico. As amostras de solo foram coletadas e levadas para o Laboratório de Solos e Nutrição de Plantas da Embrapa Algodão. Foram quantificadas as características do solo (Tabela 1) da área experimental segundo EMBRAPA (1997).

**TABELA 1:** Atributos químicos do solo na profundidade de 0-5 cm nos anos de 2008 e 2009, no Assentamento Queimadas, Remígio-PB.

Parâmetros	Unidade	Ano	
		2008	2009
pH	(água 1:2,5)	7,0	5,9
Ca <sup>2+</sup>	(cmol <sub>c</sub> /dm <sup>-3</sup> )	67,1	8,75
Mg <sup>+2</sup>	(cmol <sub>c</sub> /dm <sup>-3</sup> )	13,9	25,85
K <sup>+</sup>	(cmol <sub>c</sub> /dm <sup>-3</sup> )	10,8	6,52
Na <sup>+</sup>	(cmol <sub>c</sub> /dm <sup>-3</sup> )	1,5	2,67
Al <sup>+3</sup>	(cmol <sub>c</sub> /dm <sup>-3</sup> )	0,3	2,25
P	(cmol <sub>c</sub> /dm <sup>-3</sup> )	17,0	9,85

O clima da região segundo Köppen é o tipo As': áreas com clima tropical úmido apresentando verão seco, sendo a variação de temperatura média ao longo do ano praticamente desprezível no período seco entre fevereiro e setembro. (LIMA et al. 2008).

Durante a condução dos ensaios, foram observados totais de precipitação de 784 mm e 778 mm e temperaturas máxima de 30°C e mínima de 20°C respectivamente para o ano de 2008 e 2009 (Figura 1).



**FIGURA 1:** Variação mensal de precipitação pluvial (mm) e duas médias de temperatura máxima (Tmáx) e mínima (Tmin) ocorrida nos meses de 2008 e de 2009, no Assentamento Queimadas em Remígio, PB.

A unidade experimental (parcela) constou de 168 m<sup>2</sup> (14mx12m) e área útil de 19,2 m<sup>2</sup> (4,8mx4m) para os agroecossistemas solteiros e consorciados, respectivamente. O preparo do solo foi feito com trator e os leirões com arado de aiveca de tração animal. O controle de plantas daninhas se deu com cultivador de tração animal e retoques com enxada.

O algodão utilizado foi o herbáceo (*Gossypium hirsutum* L.) raça latifolium Hucht, cultivar BRS Safira de fibra melhorada que possui as seguintes características: percentagem de fibra de 36,6 %, comprimento 24 mm, resistência 24,2 gf/tex, finura 3,9 e uniformidade de 80% segundo (CARVALHO, et al. 2011).

Foram testadas as seguintes combinações de consórcios e seus respectivos sistemas solteiros (Figura 2).

**T1.** Algodão, milho (*Zea mays* L.) e feijão caupi (*Vigna unguiculata* L. walp). O arranjo constituiu-se de quatro linhas de feijão caupi (4F), três linhas de algodão (3A) e duas linhas de milho (2M), nos espaçamentos de 1,20 m x 0,50m, 1,20m x 0,40m e 1,20m x 1,00m, respectivamente. As linhas de feijão caupi foram intercaladas entre as linhas de algodão e ambas circundadas entre as linhas de milho.

**T2.** Algodão, amendoim (*Arachis hypoagea* L.), e gergelim (*Sesamum indicum*). O arranjo foi composto de quatro linhas de amendoim (4Am), três linhas de algodão (3A) e duas linhas de

gergelim (2G), As linhas de amendoim foram intercaladas entre as linhas de algodão e ambas circundadas entre as linhas de gergelim.

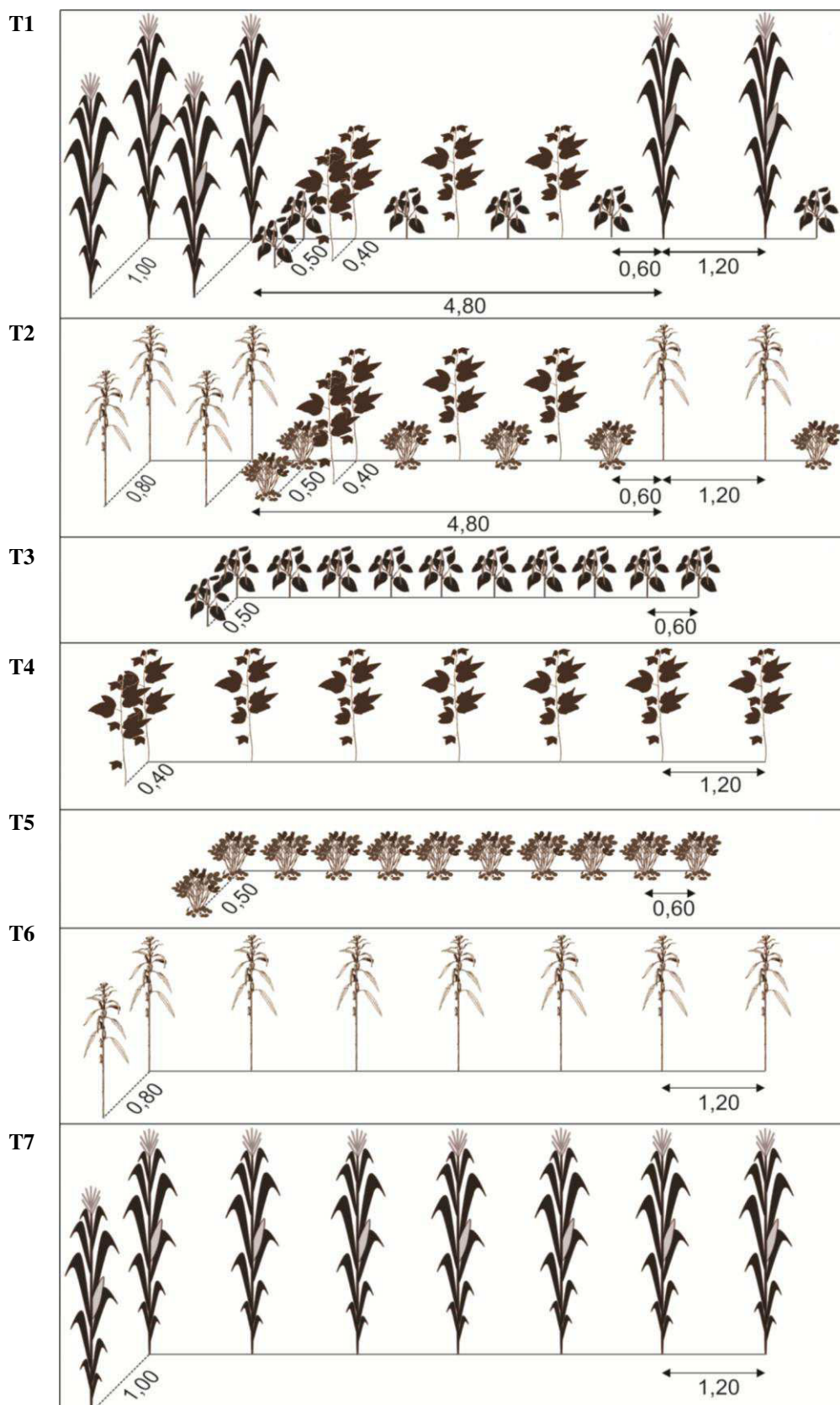
**T3.** Feijão caupi solteiro com espaçamento de 0,60m x 0,50m (36.360 plantas ha<sup>-1</sup>).

**T4.** Algodão (BRS Safira) solteiro com espaçamento de 1,20m x 0,40m (32.820 plantas ha<sup>-1</sup>).

**T5.** Amendoim solteiro com espaçamento de 0,60m x 0,50m (36.360 plantas ha<sup>-1</sup>).

**T6.** Gergelim solteiro com espaçamento de 1,20m x 0,80m (21.800 plantas ha<sup>-1</sup>).

**T7.** Milho solteiro com espaçamento de 1,20m x 1,0m (18.180 plantas ha<sup>-1</sup>).



**FIGURA 2:** Detalhes dos agroecossistemas: T1: Consórcio de Algodão+Feijão+Milho; T2: Consórcio de Algodão+Amendoim+Gergelim; T3: Feijão solteiro; T4: Algodão Solteiro; T5: Amendoim Solteiro; T6: Gergelim Solteiro e T7: Milho Solteiro.



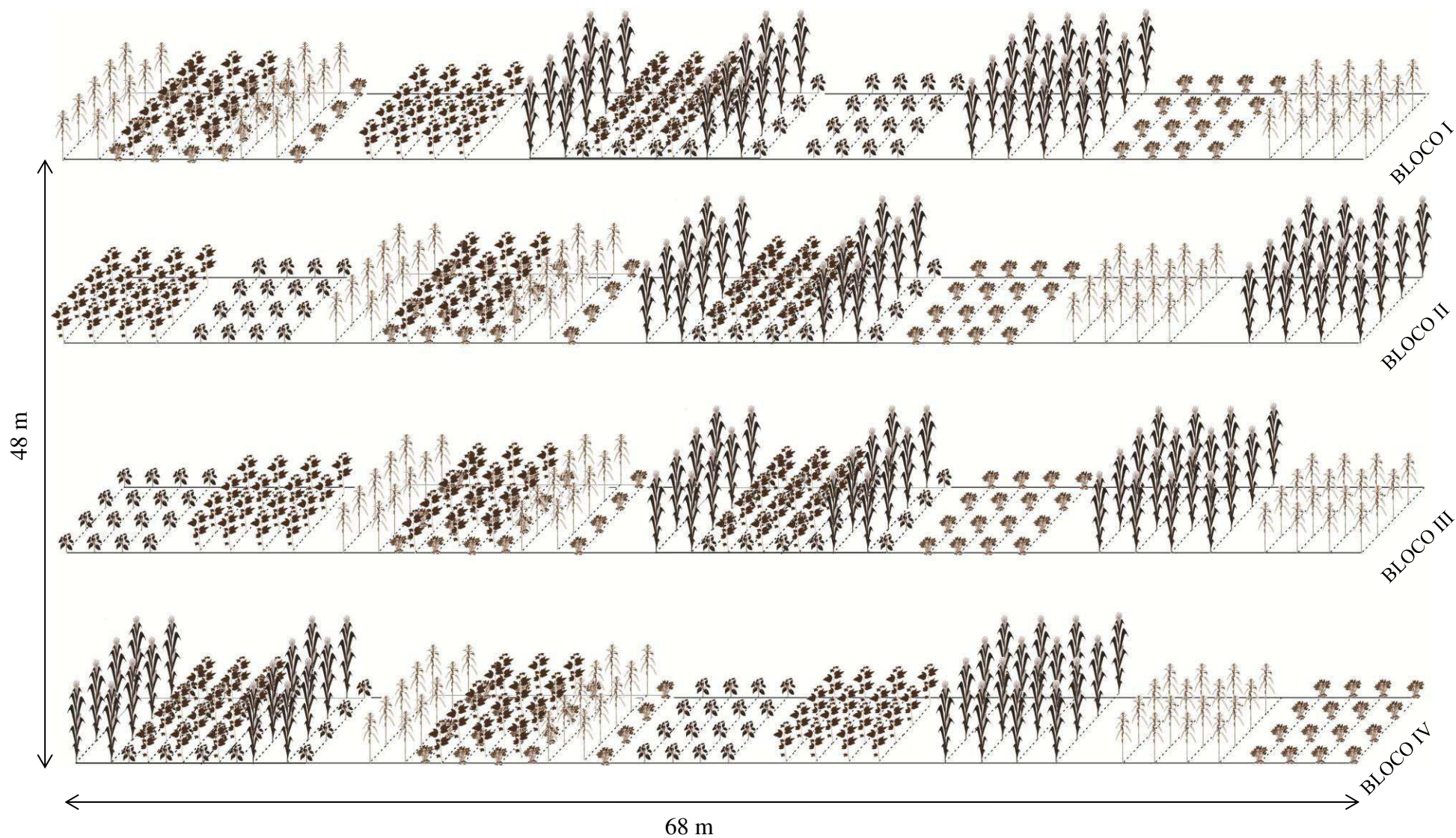
As cultivares utilizadas nos ensaios foram a BR-1 de amendoim, G4 de gergelim e de feijão caupi BRS Marataoã. Para o plantio do milho a variedade crioula Pontinha.

A densidade de semeadura foi realizada objetivando um estande final de 7,5 plantas/metro para o amendoim, 7,5 plantas/metro para o feijão, 5 plantas/metro para o milho, 5 plantas/metro para o algodão e 10 plantas/metro para o gergelim.

O registro das variáveis: altura da planta e diâmetro caular do algodoeiro foi efetuada aos 120 dias após plantio. Para as variáveis, Números de Ramos Produtivos (NRP) e Números de Ramos Vegetativos (NRV) foram mensuradas na época de colheita do Algodão.

O delineamento experimental utilizado foi de blocos ao acaso com 7 tratamentos com 4 repetições (Figura 3).

Foi utilizado sorgo forrageiro (*Sorgum* sp.) como barreira para circundar o plantio e entre as ruas do experimento.



**FIGURA 3:** Croqui do experimento “Consórcios Agroecológicos” com casualização dos tratamentos em cada bloco. Remígio, PB, 2008 e 2009.

### 3.1. Índice de eficiência agrônômica: Uso e Eficiência da Terra (UET), Razão de Área Equivalente no Tempo (ATER), Coeficiente Equivalente de Terra (LEC), Índice de Eficiência Produtiva (IEP) dos consórcios

Os rendimentos das culturas como Rendimento em Caroto (fibras+caroto) e Rendimento em Fibras (fibras) foram computados após secagem e beneficiamento. Seu ajuste foi realizado utilizando-se a análise de covariância, com ajuste para o estande médio. O ajuste feito por um modelo linear, pressupondo-se que a variação no rendimento dos tratamentos possa ser quantificada pelo mesmo coeficiente  $b$ , ou seja:

$$Z_{ij} = Y_{ij} - b \cdot (X_{ij} - X)$$

sendo que  $b$  é o coeficiente de regressão residual de  $Y_{ij}$  em função de  $X_{ij}$ , onde: na expressão o  $Z_{ij}$  representa o rendimento corrigido, e  $Y_{ij}$ , o rendimento observado nas parcelas para cada cultura no consórcio e em sistema solteiro, cujo estande é de  $X_{ij}$  plantas estimado conforme o processo descrito por STEEL & TORRIE (1980), e  $X$ , o estande médio do ensaio.

A eficiência do consórcio foi medida por meio do: Uso e Eficiência da Terra (UET), Razão de Área Equivalente no Tempo (ATER) e Coeficiente Equivalente de Terra (LEC), cujas fórmulas são:

$$UET = Y_{ab}/Y_{aa} + Y_{ba}/Y_{bb} + Y_{ca}/Y_{cc}$$

em que:  $Y_{ab}$ : rendimento do algodão em regime de consórcio;  $Y_{aa}$ : rendimento do algodão solteiro;  $Y_{ba}$ : rendimento do feijão/amendoim em consórcio;  $Y_{bb}$ : rendimento do feijão/amendoim solteiro;  $Y_{ca}$ : rendimento do milho/gergelim consorciado;  $Y_{cc}$ : rendimento do milho/gergelim solteiro.

A ATER devido ao índice UET não incluir o fator tempo, o que pode superestimar a vantagem do consórcio foi obtido segundo metodologia proposta por HIEBSECH & MCCOLLUM (1987).

$$ATER = (UET_a + t_a) + UET_b + t_b + UET_c + t_c / T_{ab}$$

onde:  $UET_a$ : representa o uso e eficiência da terra parcial do algodão;  $UET_b$ : representa o uso e eficiência da terra do milho/gergelim e  $UET_c$ : representa o uso e eficiência da terra do feijão/amendoim;  $t_a$ ,  $t_b$  e  $t_c$ : número de dias do plantio à colheita das culturas a (algodão de

120 dias), da cultura b (milho e gergelim 120 e 90 dias) e da cultura c (feijão e amendoim 70 e 80 dias) e  $T_{abc}$  representa o tempo total (dias) do agroecossistema consorciado entre as espécies a, b e c.

O LEC consiste no produto ou interação entre  $UET_a$ ,  $UET_b$  e  $UET_c$  (ADEYTILOYE et al., 1983) de acordo com a equação.

$$LEC = UET_a \times UET_b \times UET_c$$

onde:  $UET_a$ : representa o uso e eficiência da terra parcial do algodão;  $UET_b$ : representa o uso e eficiência da terra do milho/gergelim e  $UET_c$ : representa o uso e eficiência da terra do feijão/amendoim.

Para calcular o Índice de eficiência produtiva (IEP) de cada tratamento, foi usado o modelo DEA (Análise Envoltória de Dados) com retornos constantes à escala (CHARNES et al., 1978). Esse modelo tem a formulação geral matemática, na qual  $x_{ik}$ : valor do input  $i$  ( $i=1...s$ ), para o tratamento  $k$  ( $k=1...n$ );  $y_{jk}$ : valor do output  $j$  ( $j=1...r$ ), para o tratamento  $k$ ;  $v_i$  e  $u_j$ : pesos atribuídos a inputs e outputs, respectivamente;  $o$ : tratamento em análise.

$$\begin{aligned} &\text{Max} \sum_{j=1}^r (u_j y_{jo}) \\ &\text{sujeito a} \end{aligned}$$

$$\sum_{i=1}^s (v_i x_{io}) = 1$$

$$\sum_{i=1}^s (v_i x_{ik}) - \sum_{j=1}^r (u_j y_{jk}) = 1 \leq 0, k = 1 \dots n, v_i \geq 0, u_j \geq 0, i = 1 \dots s, j = 1 \dots r$$

As unidades de avaliação foram os tratamentos, em um total de 12. Como outputs, foram utilizados os rendimentos do algodão, a produtividade comercial do milho e do feijão e o índice de lucratividade para o tratamento 1 e para o tratamento 2 (Figura 2) como outputs foram utilizados os rendimentos do algodão a produtividade comercial do gergelim e do amendoim nos dois anos. Para avaliar o desempenho de cada parcela, considerou-se que cada uma utiliza-se de um único recurso com nível unitário conforme detalhado por SOARES DE MELLO & GOMES (2004), já que os outputs incorporam os possíveis inputs. Esse modelo é equivalente a um modelo multicritério aditivo, com a particularidade de que as próprias alternativas atribuem pesos a cada critério, ignorando qualquer opinião de um eventual decisor. Ou seja, IEP é usado como ferramenta multicritério e não como uma medida de

eficiência clássica. É importante destacar que, nesse caso de modelagem IEP com input único e unitário, conforme provado em LOVELL & PASTOR (1999), modelos IEP com retornos constantes à escala (IEP CCR) são equivalentes a modelos IEP com retornos variáveis à escala (IEP BCC).

### **3.2. Análise energética dos agroecossistemas**

Foram quantificados todos os dispêndios energéticos para as 32 parcelas nos anos de 2008 e 2009 considerando-se os valores médios obtidos em função dos seguintes itinerários técnicos: limpeza do terreno, aração, gradagem, conservação do solo, plantio, capina mecânica e manual, combate as pragas (formigas), colheita, beneficiamento e transporte, Apêndice 1 a 7, segundo procedimento de (FUNES-MONZOTE, 2009).

Após quantificação dos coeficientes técnicos procedeu-se a classificação das entradas de energia onde foram classificadas nas seguintes categorias: força de trabalho animal; força de trabalho humana; maquinaria; óleo diesel e sementes.

### **3.3. Qualidade de Fibra e Fio**

Para a determinação dos parâmetros tecnológicos de fibra e fio foram colhidos 20 capulhos do terço médio superior das plantas de algodão e encaminhados ao Laboratório de Fibras e Fios da Embrapa onde foram determinadas: Comprimento de Fibra (UHM); Micronaire (MIC); Fibras Curtas (SFI); Resistência (STR); Elongamento (ELG); Uniformidade (UNF) e Fiabilidade (SCI), seguindo recomendação de SANTANA et al. (2008).

### **3.4. Análise estatística**

Os dados foram submetidos a análise de variância conjunta (ANOVA) utilizando o Sistema de Análise Estatístico SAS 9.2.2 (SAS/STAT, 2010). A análise dos dados agronômicos do algodoeiro seguiu os procedimentos de análise de variância conjunta, utilizadas por considerar os efeitos fixos do ano.

Foi realizada a análise de variância isolada para as variáveis do algodão em anos individuais, isto é de acordo com os critérios estatísticos, pela ordem de grandeza dos quadrados médios (SANTOS et. al. 2008).

O modelo matemático foi representado pela seguinte expressão matemática:

$$Y_{ij} = \mu + b_{(k)j} + t_i + \varepsilon_{ijk} \text{ (análise individual)}$$

em que:

$Y_{ij}$ : representa a observação feita na unidade experimental de repetição  $j$  do tratamento  $i$ ,  $\mu$  a média geral,  $b_j$  o efeito do  $j$ -ésimo bloco,  $t_i$ , o efeito do tratamento e  $\varepsilon_{ijk}$  o erro associado à observação  $Y_{ij}$  e  $J_i$ , o número de repetições do tratamento, ou seja, a contribuição do acaso, que é parte da variação devida a fatores não controlados.

O modelo matemático para análise conjunta se representa pela expressão:

$$Y_{ij} = \mu + t_i + \ell_j + (t\ell)_{ij} + b_{(k)j} + \varepsilon_{ijk} \text{ (análise conjunta)}$$

em que:

$Y_{ij}$ : é o valor observado ao tratamento  $i$ , no local  $j$ , no bloco  $k$ ;  $\mu$ : é a média geral;  $t_i$ : é o efeito do tratamento  $i$ ;  $\ell_j$ : é o efeito do ano  $j$ ;  $(t\ell)_{ij}$ : é o efeito da interação tratamento  $i$  com ano  $j$ ;  $b_{(k)j}$ : é o efeito do bloco  $k$ , dentro do ano  $j$ ;  $b_{(k)j}$ : é o efeito do bloco  $k$ , dentro do local  $j$ ;  $\varepsilon_{ijk}$ : é o erro experimental, associado a cada observação  $Y_{ij}$ .

Em caso efeito significativo os valores médios foram comparados pelo teste de Tukey à probabilidade de 1% e 5%.

#### 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Considerando os resultados por agroecossistemas, os dois sistemas de consorciação e o algodão solteiro verifica-se na Tabela 2, os resumos das análises de variância das variáveis ligadas a produção e crescimento do algodoeiro em função dos tratamentos testados, denotando-se que houve significância estatística para o Rendimento em caroço (fibra+caroço), Rendimento em fibras e Números de Ramos Vegetativos (nº/planta), nos tratamentos T1, T2 e T4.

No tocante as médias dos tratamentos (Tabela 3), verificou-se para a variável Produtividade e Rendimento em fibras, nos dois anos, que os agroecossistemas testados diferiram entre si, pelo teste Tukey a nível de 5% de probabilidade, com valores médios de 562,00, 547,90 e 1035,18 no consórcio de algodão+milho+feijão, algodão+amendoim+gergelim e algodão solteiro, valores considerados bons para a condição de cultivo orgânico.

Considerando as médias de produtividade dos sistemas de consórcio, e anos verificou-se que a produtividade do algodão isolado foi estatisticamente superior aos sistemas consorciados.

**TABELA 2:** Resumo das análises de variância da: Produtividade (kg ha<sup>-1</sup>), Rendimento em Fibras (kg de pluma ha<sup>-1</sup>), Número de Ramos Produtivos, Número de Ramos Vegetativos, Altura aos 120 dias (cm) e Diâmetro de caule aos 120 dias (mm) do algodoeiro BRS Safira em agroecossistemas agroecológicos nos anos de 2008 e 2009, no Assentamento Queimadas, Remígio-PB.

Fonte de Variação	GL	Quadrados Médios					
		Variáveis Produtivas			Variáveis Vegetativas		
		Produtividade	Rend. de Fibras	Nº Ramos Produtivos	Nº Ramos Vegetativos	Altura (120)	Diâm. (120)
Bloco dentro de Ano	6	41548.75ns	5462.21ns	2.61ns	0.23ns	92.67ns	2.17ns
Agroecossistema (A)	2	615328.35*	84399.54*	5.53ns	5.42**	200.527ns	4.65ns
Anos (B)	1	3231251.63**	552977.04**	252.20**	0.20ns	22866.03**	540.55**
A*B	2	37942.81ns	10987.54ns	0.03ns	0.27ns	86.11ns	3.21ns
Resíduo	12	93759.04	11614.54	2.64ns	0.44	135.24ns	4.46
CV (%)	-	42.82	40.98	16.76	15.46	10.04	14.60

\*\* Significância a (p<0,01); \* Significância a (p<0,05).

Nos dois anos de condução a distribuição de chuva onde foi conduzido o estudo foi irregular, verificou-se que não houve diferenças estatísticas para a altura de plantas ao nível de 1% de probabilidade pelo teste Tukey, e a altura foi superior em 2008.

Também na Tabela 2, verificou-se que o consórcio não influenciou estatisticamente as variáveis vegetativas do algodoeiro BRS Safira, com exceção do Número de Ramos Vegetativos (NRV). Os valores de diâmetro e altura são similares aos encontrados por OLIVEIRA et al. (2008) que estudou sistemas de cultivos consorciados de algodão+gergelim e algodão+feijão. O crescimento vegetativo, neste sistema agroecológico é também muito importante como aporte de biomassa para os animais após a colheita, prática muito utilizada na agricultura familiar do semiárido.

As médias do número de ramos vegetativos, altura de plantas e diâmetro caulinar, com valores de F significativo para o número de ramos vegetativos nos agroecossistemas e nos dois anos para altura e diâmetro estão apresentados na Tabela 3. Verificou-se que o algodoeiro obteve maior altura e diâmetro caulinar no ano de 2008 (146,95cm, 19,22mm). Para o número de ramos vegetativos o maior valor foi verificado no agroecossistemas de algodão+amendoim+gergelim que não diferiu do algodão solteiro.

De maneira geral as variáveis produtivas e vegetativas foram estatisticamente maiores no ano de 2008, fato que pode estar relacionado com a boa distribuição de chuvas.



**TABELA 3:** Valores Médios da Produtividade, Rendimento de Fibra ( $\text{kg.ha}^{-1}$ ), número de ramos produtivos ( $\text{n}^\circ/\text{planta}$ ), altura e diâmetro caulinar aos 120 dias em agroecossistemas agroecológicos do algodoeiro BRS Safira nos anos de 2008 e 2009, no Assentamento Queimadas, Remígio-PB.

Agroecossistema	Produtividade	Rend. de Fibras	Nº Ramos Produtivos	Nº Ramos Vegetativos	Altura (120)	Diâm. (120)
	$\text{kg. ha}^{-1}$	$\text{kg. ha}^{-1}$	$\text{n}^\circ/\text{planta}$	$\text{n}^\circ/\text{planta}$	cm	mm
Algodão / Milho / Feijão	562.00 b	209.50 b	10.32 a	3.35 b	114.95 a	14.00 a
Algodão / Amendoim / Gergelim	547.90 b	198.00 b	10.00 a	4.88 a	121.20 a	15.35 a
Algodão Solteiro	1035.18 a	381.38 a	8.75 a	4.65 a	111.30 a	14.06 a
ANOVA	p > F					
Agroecossistema	0.0119	0.0086	0.1657	0.0012	0.2658	0.3831
ANO						
2008	1081.90 a	414.75 a	12.93 a	4.38 a	146.68 a	19.22 a
2009	348.10 b	111.17 b	6.45 b	4.20 a	84.95 b	9.73 b
ANOVA	p > F					
Ano	0.0001	0.0001	0.0001	0.5112	0.0001	0.0001
CV (%)	42.82	40.98	16.76	15.46	10.04	14.60

\*\* Para cada sistema e ano testados em cada coluna, médias seguidas pelas mesmas letras não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 1% de probabilidade.

Observando o Índice de Uso e Eficiência da Terra (1,88 e 1,22) para os dois consórcios de algodão o que indica que o rendimento total dos consórcios por unidade de área foi 88% e 22% maior que o monocultivo, embora o UET tenha dado superioridade nos consórcios testados (Tabela 4).

Ao comparar sistemas consorciados, pesquisadores do UET reconhecem que a vantagem de um regime de consórcio provém de duas fontes diferentes: (1) o fator de terra, ou a área ocupada por cada uma das culturas, e (2) agrônomo, a geometria do arranjo e densidades das culturas componentes (JAGANNATH & SUNDERARAJ, 1987).

As maiores médias do Índice de Eficiência Produtiva (IEP) dos sistemas de consórcio foram observadas no consórcio de algodão+milho+feijão não diferindo estatisticamente do consorcio algodão+amendoim+gergelim pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade. No entanto, quando se observou as médias do UET não diferiram estatisticamente em ambos os anos podendo ser explicada pela hipótese agrônomo de que os sistemas consorciados tendem a manter sua capacidade produtiva para o cultivo de plantas de algodão, amendoim, gergelim, feijão e milho no semiárido nordestino.

**TABELA 4:** Valores Médios de UET (Uso e Eficiência da Terra), ATER (Razão de Área Equivalente no Tempo), LEC (Coeficiente Equivalente de Terra) e IEP (Índice de Eficiência Produtiva) em agroecossistemas agroecológicos do algodoeiro BRS Safira nos anos de 2008 e 2009, no Assentamento Queimadas, Remígio-PB.

Agroecossistema	UET	ATER	LEC	IEP
Algodão / Milho / Feijão	1.88 a	0.83 a	0.64 a	0.96 a
Algodão / Amendoim / Gergelim	1.22 ab	0.76 a	0.44 a	0.25 a
Algodão Solteiro	1.00 b	1.00 a	1.00 a	-
ANOVA	p > F			
Agroecossistema	0.0474	0.6000	0.2500	0.0106
ANO				
2008	1.51 a	0.73 b	0.44 a	0.58 a
2009	1.23 a	1.00 a	0.95 a	0.63 a
ANOVA	p > F			
Ano	0.4029	0.0020	0.0200	0.8437
CV (%)	47.38	56.80	30.62	64.21

\*\* Para cada sistema e ano testados em cada coluna, médias seguidas pelas mesmas letras não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 1% de probabilidade.

Na Tabela 5 pode-se verificar os UETs parciais para os sistemas, denotando-se que o maior UET parcial ocorreu quando o algodoeiro esteve consorciado com o milho / feijão, no ano de 2008. Este sistema provavelmente reflete o melhor arranjo das culturas com respeito à minimização a competição por recursos. No ano de 2009 com irregularidades de distribuição de chuvas verificou-se que o amendoim, gergelim e feijão não tiveram produtividade. No entanto ocorreu produtividade no algodão validando a importância do consorcio para região Semiárida.

Este resultado indica que a eficiência anual do algodão+milho+feijão consorciado é reforçado pelas culturas alimentares segundo TAVARES et al. (2010). Valores são semelhantes foram obtidos por BEZERRA NETO (1993), que descobriram que o UET parcial do milho+feijão consorciado em fileiras simples de algodoeiro foi maior que em quando cultivado em covas alternadas.

**TABELA 5:** Valores médios de UET Parcial por agroecossistemas agroecológicos nos anos de 2008 e 2009, no Assentamento Queimadas, Remígio-PB.

Ano	UET Parcial					
	Algodão / Milho / Feijão			Algodão / Amendoim / Gergelim		
	Algodão	Milho	Feijão	Algodão	Amendoim	Gergelim
2008	0.66	0.47	0.72	0.60	0.29	0.77
2009	0.75	1.15	-	0.79	-	-

Na Tabela 6 encontra-se as médias das características tecnológicas de fibras com valor F significativo para o ano. Verifica-se que a qualidade de fibra não foi afetada por qualquer dos agroecossistemas. Resultados semelhantes foram relatados por BELTRÃO et al. (1986).

A qualidade de fibra naturalmente colorida foi de comprimento médio. A percentagem de fibra foi baixa, o que é comum em algodão de fibra de cor, porém, com boa elongação e uniformidade de fibra, porém, com elevado teor de fibras curtas.

**TABELA 6:** Qualidade de fibra do algodoeiro, c.v. BRS Safira, cultivado em sistemas agroecológicos nos anos de 2008 e 2009, no Assentamento Queimadas, Remígio-PB.

Agroecossistema	UHM	Fibras	MIC	SFI	STR	ELG	UNF
	mm	%	µg/pol	gf/tex		%	%
Algodão / Milho / Feijão	24.31 a	34.84 a	3.69 a	14.12 a	25.80 a	7.00 a	80.92 a
Algodão / Amendoim / Gergelim	24.54 a	34.71 a	3.66 a	11.46 a	26.04 a	7.29 a	81.39 a
Algodão Solteiro	24.77 a	35.61 a	3.70 a	12.46 a	25.99 a	7.04 a	81.16 a
ANOVA	p > F						
Agroecossistema	0.7701	0.6677	0.9841	0.4003	0.9508	0.5286	0.6829
2008	23.58 b	38.26 a	4.03 a	6.63 b	27.45 a	7.53 a	83.44 a
2009	25.50 a	31.85 b	3.33 b	18.73 a	24.43 b	6.68 b	78.87
ANOVA	p > F						
Ano	0.0030	0.0001	0.0017	0.0001	0.0005	0.0023	0.0001
CV(%)	5.16	6.08	11.57	30.16	6.06	7.58	1.28

UHM: Comprimento de Fibra; MIC: Micronaire; SFI: Fibras Curtas; STR: Resistencia; ELG: Elongamento; UNF: Uniformidade; SCI: Fiabilidade. \* Para cada sistema e ano testados em cada coluna, médias seguidas pelas mesmas letras não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade; \*Boletim N° 117/2010 do Laboratório de Fibras e Fios da Embrapa Algodão.

Para POLGE (2009) em diagnóstico agrário realizado no Curimataú paraibano, a cultura do algodoeiro não substituiu as lavouras de subsistência e traz consigo os recursos para alimentação animal. SILVA et al. (2009) estudando a produtividade de palhada em sistemas consorciados e solteiros de algodão verificaram que o consórcio de algodão com outras espécies como gergelim e, principalmente, com o amendoim, é uma importante alternativa para produção de biomassa (palhadas), cuja produtividade média foi de 10.682,28 Kg.ha<sup>-1</sup> de biomassa sendo importante para suplementação na alimentação animal no período de escassez de forragens e, ainda, para servir de cobertura vegetal. Ademais, apresenta a vantagem adicional de fornecimento de fibra.

Sistemas agrícolas industrializados mais modernos que dependem de combustíveis fósseis são energeticamente ineficientes e, a longo prazo, insustentáveis. Além de conservar a energia fóssil, boas práticas agrícolas devem dar prioridade ao uso de energia renovável e conservação dos recursos solo, água e biológico (PIMENTEL & PIMENTEL, 2005).

A maior diversidade de culturas é uma consequência do consórcio onde a energia da força de trabalho humano pode ser mais eficazmente utilizados (Tabela 7), pois as operações culturais do algodão aproveitam o conjunto das culturas no consórcio.

**TABELA 7:** Entrada e saída de energia e relação custo/benefício consórcios de Algodão + Milho + Feijão e Algodão + Amendoim + Gergelim e seus respectivos sistemas solteiros, Remígio-PB

Categoria de Energia	Algodão / Milho / Feijão			Algodão / Amendoim / Gergelim		
	Quantidade	Coefficiente em calorias (MJ/kg)	Energia (MJ)	Quantidade	Coefficiente em calorias (MJ/kg)	Energia (MJ)
<b>Input</b>						
Força de Trabalho Humana (homem/ha <sup>-1</sup> )	33	13	429	35	13	456
Força de Trabalho Animal (d/ha <sup>-1</sup> )	4	47	188	4	47	188
Maquinaria (hr/ha <sup>-1</sup> )	4	88	352	2	88	176
Óleo Diesel (l)	7	56	392	10	56	562
Sementes algodão (kg. ha <sup>-1</sup> )	30	12	360	30	12	360
Sementes de milho (kg. ha <sup>-1</sup> )	4	15	60	-	-	-
Sementes de feijão (kg. ha <sup>-1</sup> )	3	14	42	-	-	-
Sementes de amendoim (kg. ha <sup>-1</sup> )	-	-	-	20	24	480
Sementes de gergelim (kg. ha <sup>-1</sup> )	-	-	-	0.1	18	2
<b>Total de Input</b>			1823			2224
<b>Output</b>						
Caroço de Algodão (kg. ha <sup>-1</sup> )	352	12	4159	350	12	4128
Sementes de milho (kg. ha <sup>-1</sup> )	1144	15	17507	-	-	-
Sementes de feijão (kg. ha <sup>-1</sup> )	169	14	2370	-	-	-
Sementes de amendoim (kg. ha <sup>-1</sup> )	-	-	-	20	24	480
Sementes de gergelim (kg. ha <sup>-1</sup> )	-	-	-	112	18	2020
<b>Total de Output</b>			24036			6628
Relação Output/Input			13			3
Relação Benefício / Custo			1.84			1.21

Continua...

**TABELA 7: (Continuação)**

Categoria de Energia	Feijão Solteiro			Algodão Solteiro		
	Quantidade	Coefficiente em calorias (MJ/kg)	Energia (MJ)	Quantidade	Coefficiente em calorias (MJ/kg)	Energia (MJ)
<b>Input</b>						
Força de Trabalho Humana (homem/ha <sup>-1</sup> )	17	13	225	18	13	234
Força de Trabalho Animal (d/ha <sup>-1</sup> )	4	47	188	4	47	188
Maquinaria (hr/ha <sup>-1</sup> )	1	88	88	3	88	264
Óleo Diesel (l)	5	56	280	7	56	392
Sementes algodão (kg. ha <sup>-1</sup> )	-	-	-	20	12	240
Sementes de milho (kg. ha <sup>-1</sup> )	-	-	-	-	-	-
Sementes de feijão (kg. ha <sup>-1</sup> )	20	14	280	-	-	-
Sementes de amendoim (kg. ha <sup>-1</sup> )	-	-	-	-	-	-
Sementes de gergelim (kg. ha <sup>-1</sup> )	-	-	-	-	-	-
<b>Total de Input</b>			1061			1318
<b>Output</b>						
Caroço de Algodão (kg. ha <sup>-1</sup> )	-	-	-	654	12	7847
Sementes de milho (kg. ha <sup>-1</sup> )	-	-	-	-	-	-
Sementes de feijão (kg. ha <sup>-1</sup> )	239	14	3348	-	-	-
Sementes de amendoim (kg. ha <sup>-1</sup> )	-	-	-	-	-	-
Sementes de gergelim (kg. ha <sup>-1</sup> )	-	-	-	-	-	-
<b>Total de Output</b>			3348			7847
Relação Output/Input			3			6
Relação Benefício / Custo			0.94			2.42

Continua...

TABELA 7: (Continuação)

Categoria de Energia	Amendoim Solteiro			Gergelim Solteiro		
	Quantidade	Coefficiente em calorias (MJ/kg)	Energia (MJ)	Quantidade	Coefficiente em calorias (MJ/kg)	Energia (MJ)
<b>Input</b>						
Força de Trabalho Humana (homem/ha <sup>-1</sup> )	22	13	287	32	13	416
Força de Trabalho Animal (d/ha <sup>-1</sup> )	4	47	188	4	47	188
Maquinaria (hr/ha <sup>-1</sup> )	3	88	264	1	88	88
Óleo Diesel (l)	8	56	448	5	56	280
Sementes algodão (kg. ha <sup>-1</sup> )	-	-	-	-	-	-
Sementes de milho (kg. ha <sup>-1</sup> )	-	-	-	-	-	-
Sementes de feijão (kg. ha <sup>-1</sup> )	-	-	-	-	-	-
Sementes de amendoim (kg. ha <sup>-1</sup> )	70	24	1680	3	24	72
Sementes de gergelim (kg. ha <sup>-1</sup> )	-	-	-	-	-	-
<b>Total de Input</b>			2867			1044
<b>Output</b>						
Caroço de Algodão (kg. ha <sup>-1</sup> )	-	-	-	-	-	-
Sementes de milho (kg. ha <sup>-1</sup> )	-	-	-	-	-	-
Sementes de feijão (kg. ha <sup>-1</sup> )	-	-	-	-	-	-
Sementes de amendoim (kg. ha <sup>-1</sup> )	84	24	2023	-	-	-
Sementes de gergelim (kg. ha <sup>-1</sup> )	-	-	-	239	18	4307
<b>Total de Output</b>			2023			4307
Relação Output/Input			1			4
Relação Benefício / Custo			0.13			1.93

Continua...

TABELA 7: (Continuação)

Categoria de Energia	Milho Solteiro		
	Quantidade	Coefficiente em calorias (MJ/kg)	Energia (MJ)
<b>Input</b>			
Força de Trabalho Humana (homem/ha <sup>-1</sup> )	7	13	92
Força de Trabalho Animal (d/ha <sup>-1</sup> )	4	47	188
Maquinaria (hr/ha <sup>-1</sup> )	4	88	352
Óleo Diesel (l)	5	56	280
Sementes algodão (kg. ha <sup>-1</sup> )	-	-	-
Sementes de milho (kg. ha <sup>-1</sup> )	60	15	900
Sementes de feijão (kg. ha <sup>-1</sup> )	-	-	-
Sementes de amendoim (kg. ha <sup>-1</sup> )	-	-	-
Sementes de gergelim (kg. ha <sup>-1</sup> )	-	-	-
<b>Total de Input</b>			1812
<b>Output</b>			
Caroço de Algodão (kg. ha <sup>-1</sup> )	-	-	-
Sementes de milho (kg. ha <sup>-1</sup> )	2104	15	31553
Sementes de feijão (kg. ha <sup>-1</sup> )	-	-	-
Sementes de amendoim (kg. ha <sup>-1</sup> )	-	-	-
Sementes de gergelim (kg. ha <sup>-1</sup> )	-	-	-
<b>Total de Output</b>			31553
Relação Output/Input			17
Relação Benefício / Custo			1.10

Na Tabela 7 estão apresentados os valores médios do balanço energético dos tratamentos onde se verificou que os valores referentes a condição imposta pelos tratamentos onde o milho esta presente tiveram os maiores valores energéticos 13 e 17, ou seja, a cada unidade de energia que entra no sistema são geradas outras 13 ou 17.

Esses valores são alcançados devido à cultura do milho não esta associada a um pacote tecnológico, ou seja, adubos sintéticos e a aplicação de agroquímicos. TAVARES et. al. (2010) estudando sistemas de consórcio com milho e feijão no Curimataú paraibano encontraram valores de eficiência energética igual a 28 que para os referidos autores se deve a não utilização de insumos de elevado valor energético, principalmente nitrogenados.

Para as demais culturas plantadas nos dois sistemas consorciados e solteiros os valores apresentados são inferiores quando se observa-se os valores nos agroecossistemas T2, T3, T4, T5 e T6 aos observados quando o milho está presente nos sistemas. Isso se deve a ecofisiologia dessas culturas que se caracterizam por plantas com baixo rendimento de grãos e a alta mão de obra adotada nas práticas culturais que demandam muita energia como: capinas manuais e retoque com enxada, colheita, principalmente do amendoim, gergelim e algodão reduzindo a eficiência desses sistemas o que reforça a hipótese de que sistemas consorciados com milho são mais eficientes.

ALBUQUERQUE et al. (2007) encontraram uma eficiência energética de 1,10 para os municípios de Nioaque e de 0,99 para Itaquiraí, no Mato Grosso do Sul na cultura do algodão herbáceo. ROMERO & BUENO (2007) obtiveram 2,11 de eficiência energética em cultivo de algodão, sendo que, no caso, as maiores demandas energéticas foram de inseticidas (39,71%), fertilizantes (19,88%) e de fontes fósseis (33,80%). BELTRÃO et al. (1993) trabalhando com algodão mocó consorciado com culturas alimentares encontrou uma eficiência energética de 5,13 por hectare.

Ainda na Tabela 7 verificou-se a relação custo benefício sob sistema de algodão+milho+feijão consorciado (1,84) que foi 34,24% maior do que a do sistema de consorciação com amendoim+gergelim (1,21).

Apenas o benefício energético, agrônômico e econômico desses dois consorcios foram avaliados, o valor de seus benefícios ambientais não foi incluído no estudo atual. Uma análise dos benefícios sociais e ambientais dos sistemas de produção cosorciados e uma avaliação do valor da sua contribuição para a saúde do ecossistema junto com os agricultores poderia contribuir para uma compreensão dos benefícios sociais e ambientais.

## 5. CONCLUSÕES

O arranjo de algodão+milho+feijão indicou maior produtividade do algodoeiro BRS Safira no consórcio.

Os sistemas de consórcios testados interferiram no rendimento do algodoeiro mas não alteraram as qualidades de fibras.

A maior eficiência energética e econômica alcançada no consórcio foi quando o algodoeiro foi consorciado com milho+feijão.



## 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ADETILOYE, P. O. ; EZEDIMA, F. O. C. ; OKIGBO, B. N. A land equivalente coeficiente (LEC) concept for the evolution of competitive and productive interactions in simples to complex crop mixtures. **Ecological Modelling**, v. 19, n. 1, p. 27-39, 1983.

ALBUQUERQUE, F. A. ; BELTRÃO, N. E. de M. ; OLIVEIRA, J. M. C. ; VALE, D. G. ; SILVA, J. C. A. ; CARTAXO, W. V. Balanço energético da cultura do algodão na pequena propriedade rural no cerrado do Mato Grosso do Sul. In: CONGRESSO BRASILEIRO DO ALGODÃO, 6., 2007, Uberlândia. **Anais... Uberlândia**, 2007. 1 CD-ROM.

ALMEIDA, R. P. de & SILVA, C. A. D. Manejo integrado de pragas do algodoeiro. In: BELTRÃO, N. E. de M. **O agronegócio do algodão no Brasil**. Brasília: Embrapa Transferência de Tecnologia, 1999. p. 753-820.

ARAÚJO, A. C.; BELTRÃO, N. E. M.; MORAIS, M. S.; ARAÚJO, J. L. O.; CUNHA, J. L. X. L.; PAIXÃO, S. L. Indicadores agroeconômicos na avaliação do consórcio algodão herbáceo+amendoim. **Ciência Agrotecnologia**. Lavras, v. 32, n. 5, p. 1467-1472, set/out, 2008.

AZEVEDO, D. M. P. de; SANTOS, J. W. dos S.; VIEIRA, D. J. V.; NOBREGA, L. B. da; PEREIRA, J. R. População de plantas no consórcio algodoeiro perene/milho produção, componentes da produção e eficiência agrônômica. **Revista Brasileira de Oleaginosas e Fibras**. Campina Grande, v. 4, n. 2, p. 75-85, mai/ago 2000.

BELTRÃO, N. E. de M. ; SANTANA, J. C. F. de ; CRISÓSTOMO, J. R. ; ARAÚJO, J. P. P. ; SOUSA, R. P. Avaliação de cultivares de caupi para o consórcio com algodoeiro herbáceo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 21, n. 11, p. 1147-1153, 1986.

BELTRÃO, N. E. M.; VALE, L.; MARQUES, L. F. ; CARDOSO, G. D. ; SILVA, F. V. F. ; ARAÚJO, W. P. . O Cultivo do Algodão Orgânico no Semi-árido Brasileiro. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 5, p. 8-13, 2010.

BELTRAO, N. E. de M. ; SILVA, C. A. D. da ; BASTOS, C. S. ; SUINAGA, F. A. ; ARRIEL, N. H. C. ; RAMALHO, F. de S. **Algodão agroecológico: opção de agronegócio para o Semiárido do Brasil**. Campina Grande: Embrapa Algodão, 2009. 38p.

BELTRÃO, N.E. de M., AZEVEDO, D.M.P., NÓBREGA, L.B. da ; LACERDA, M.R.B. **Estimativa da energia cultural na cotonicultura arbórea no nordeste brasileiro, comparando-se o mocó tradicional com o precoce**. Boletim de Pesquisa, Campina Grande: Embrapa Algodão, v. 29, 1993, 11p.

BEZERRA NETO, F. **Effects of spatial arrangement and density on efficiency, yield and yield components, dry matter partitioning and growth of an annual cotton/cowpea/maize intercrop**. 1993. 164 f. Tese de Doutorado (Área de concentração – Fitotecnia) - University of Arizona. Arizona.

BEZERRA NETO, F.; PORTO, V. C. N.; GOMES, E. G.; FILHO, A. B. C.; MOREIRA, J. N. Assessment of agroeconomic indices in polycultures of lettuce, rocket and carrot through uni and multivariate approaches in semi-arid Brazil. **Ecological Indicators**, v. 14, p. 11-17, mar 2012.

BUENO O. C. **Análise energética e eficiência cultural do milho em assentamento rural, Itaberá/SP**; Tese (Doutorado em Agronomia/Energia na Agricultura) – Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista (UNESP); Botucatu; 2002.

CARVALHO, L. P.; ANDRADE; F. P. de ; FILHO, J. L. da S. Cultivares de algodão colorido no brasil. **Revista Brasileira de Oleaginosas e Fibrosas**, v. 15, n. 1, p. 37-44, 2011.

CARVALHO, L. P. de C. Contribuição do melhoramento ao cultivo do algodão. In: BELTRÃO, N. E. de M. In: **O agronegócio do algodão no Brasil**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2008. p. 273-297.

CASTANHO FILHO, E. P. & CHABARIBERY, D. Perfil econômico da agricultura paulista. **Agricultura em São Paulo**, São Paulo, v. 30, tomos 1 e 2, p. 63-115, 1983.

CHARNES, A.; COOPER, W. W.; RHODES, E. Measuring the efficiency of decisionmaking units. **European Journal of Operational Research**, Holland, v. 2, n. 6, p. 429-444, 1978.

COMITRE, V. **Avaliação energética e aspectos econômicos da filiere soja na região de Ribeirão Preto – SP**. 1993. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Engenharia Agrícola, Universidade Estadual de Campinas, São Paulo, 1993.

CONNOLLY, J.; GOMA, H.C.; RAHIM, R. The information content of indicators in intercropping research. **Agric. Ecosyst. Environ.** v. 87, p. 191–207, 2001.

DHIMA, K. V.; LITHOURGIDIS, A.S.; VASILAKOGLU, I. B.; DORDAS, C.A. Competition indices of common vetch and cereal intercrops in two seeding ratio. **Field Crop Research**, v. 100, n. 2 -3, p. 249-256, 2007.

EGBER, O. M. & BAR-ANYAM, M. N. Pigeonpea/sorghum intercropping in southern Guinea savanna: effects of planting density of pigeonpea. **Nature and Science**, v. 8, n. 11, p. 156 – 167, 2010.

EMBRAPA ALGODÃO (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária). 2006. Sistema de Produção, 1. 2ª ed. Cultivo do Algodão herbáceo na agricultura familiar. Cultivares. Versão Eletrônica. Disponível em [http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Algodao/AlgodaoAgriculturaFamiliar\\_2ed/cultivares.html](http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Algodao/AlgodaoAgriculturaFamiliar_2ed/cultivares.html)> Acesso em nov. 2010.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (EMBRAPA). **Manual de métodos de análise de solo**. 2.ed. Rio de Janeiro: Centro Nacional de Pesquisa de Solos, 1997. 212p.

ESPLAR. **A vontade faz do algodão um verdadeiro tesouro**. Disponível em: <<http://www.esplar.org.br/noticias/2009/setembro/05/05.htm>>. Acesso em: 05 set. 2008.

FUNES-MONZOTE, F. R. **Eficiência Energética em Sistemas Agropecuários**.: Elementos teóricos y prácticos para el cálculo. Cuba: Asociación Cubana de Técnicos Agrícolas Y Forestales, 2009. 42 p.

GALLO, D.; NAKANO, O.; SILVEIRA NETO, S.; CARVALHO, R.P.L.; BAPTISTA, G.C. de; BERTI FILHO, E.; PARRA, J.R.P.; ZUCCHI, R.A.; ALVES, S.B.; VENDRAMIM, J.D.; MARCHINI, L.C.; LOPES, J.R.S.; OMOTO, C. **Entomologia agrícola**. Piracicaba: Fealq, 2002. 920p.

GATIN, E. A. B. **Análise dos dispêndios energéticos e econômicos da implantação de eucalipto**. 2010. 120 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Mestre em Agronomia (Energia Na Agricultura), Departamento da Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista “Júlio De Mesquita Filho”, Botucatu, 2010.

HIEBSCH, C. K. ; McCOLLUM, R. E. Area x time equivalency ratio: a method of evaluating the productivity of intercrops. **Agronomy Journal**, v. 79, n. 1, p. 15-22, 1987.

JAGANNATH, M. K.; SUNDERARAJ, N. Productivity equivalent ratio and statistical testing of its advantage in intercropping. **Journal of the Indian Society of Agricultural Statistics**. v. 39, p. 289-300, 1987.

KATSVAIRO, T. W.; WRIGHT, D. L.; MARIOS, J. J. ; RICH, J. R. R.; WIATRAK, P. P. Comparative Plant Growth and Development in two Cotton Rotations under Irrigated and Non-Irrigated Conditions. **Crop Sci.**, Madison, v. 49, n. 6, p.2233-2245, nov 2009.

LIMA, A. R. **Avaliação de Sistemas Consorciados de Algodão Agroecológico no Curimataú Paraíbano**. 2008. 29 f. Monografia (Graduação) - Curso de Agronomia, Departamento de Fitotecnia, UFPB, Areia.

LIMA, P. J. B. F. ; OLIVEIRA, T. S. **Algodão Orgânico: desenvolvendo uma proposta agroecológica com agricultores familiares de Tauá, Ceará**. Fortaleza-CE, 2001. Disponível em: < <http://www.splar.org.br/produtos/nim.htm> > Acesso em 12 de março de 2012.

LOVELL, C. ; PASTOR, J. T. Radial DEA models without inputs or without outputs. **European Journal of Operational Research**, Holland, v. 118, n. 1, p. 46-51, 1999.

MARTIN, J. ; SILVIE, P. ; DEBRU, J. Le coton biologique au Paraguay. 1. Construction de la filière et contraintes économiques. **Biotechnologie, Agronomie Société et Environnement**, Gembloux, v. 14, n. 2, p. 289-297, 2010.

McGILCHRIST, C. A. Analyses of competition experiments. **Biometrics**, v. 21, n. 4, p. 975 – 985, 1965.

MORGADO, L. B. ; RAO, M. R. **Conceitos e métodos experimentais em pesquisa com consorciação de culturas**. Petrolina: EMBRAPA - CPATSA, 1986. 79 p.

NATURAL FASHION. Disponível em: <http://www.naturalfashion.com.br/>. Acesso em: 16 Ago. 2010.

ODO, P. E. Evoluution of short and tall sorgum varieties in mixtures with cowpea in the Sudan os Nigeria: land equivalente ratio, grain yeild system productivity index. **Experimental Agriculture**, v. 27, n. 4, p. 435-441, 1991.

OLIVEIRA, R. A. de; SILVA, M. N. B. da; SANTOS, D. P. dos; LIMA, A. R. de; SOUZA, T. A. F. de. Desenvolvimento e produtividade do algodão submetido a diferentes sistemas de plantio do semi-árido paraibano. In: FERTIBIO, 2008, Londrina. **Desafios para o uso do solo com eficiência e qualidade ambiental. Viçosa : SBCS**, 2008. p. 1-4.

PIMENTEL, D. ; PIMENTEL, M. Energy use in agriculture: an overview, **Mag. Low External Input Sustain. Agric.**, v. 21, n. 1, p. 5–7, 2005.

POLGE, E. **Diagnóstico agrário do Curimataú da Borborema, Paraíba, Nordeste, Brasil: Para uma reintegração do algodãono sistema ágrario?.** 2009. 81 f. Monografia (Graduação) - Curso de Agronomia, SUPAGRO, Montpellier-FR.

ROMERO, M. G. C. ; BUENO, O. C. Análise energética do agroecossistema algodão em explorações agrícolas familiares. In: CONGRESSO BRASILEIRO DO ALGODÃO, 6., 2007, Uberlândia. **Anais... Uberlândia**, 2007. 1 CD-ROM.

ROSSET, PETER, **The Mutiple Funcions and Benefits of Small Farm Agriculture: In the Context of Global Trade Negotiations**, Food First, Plicy Brief n°.4, Instituto for Food and Development Policy, Oakland, 1999, 23p.

SANTANA, J. C. F. de ; WANDERLEY, M. J. R. ; BELTRÃO, N. E. de M. ; AZEVEDO, D. M. P. de; LEÃO, A. B. ; VIEIRA, D. J. **Características da fibra e do fio do algodão : análise e interpretação dos resultados**. In: BELTRÃO, N. E. de M. ; AZEVEDO, D. M. P. de. In: O Agronegócio do Algodão no Brasil. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica; 2008. v. 2, p. 1101-1120.

SANTOS, J. W. DOS; ALMEIDA, F. DE A. C.; BELTRÃO, N. E. DE M.; CAVALCANTE, F. B. **Estatística Experimental Aplicada**. 2. ed. Revisada e Ampliada. Campina Grande: Embrapa Algodão/ Universidade Federal de Campina Grande, 2008.

SANTOS, J. W. ; ALMEIDA, F. A. ; BELTRÃO, N. E. M. ; CAVALCANTI, F. B. Análise de grupo de experimentos. In: SANTOS, J. W.; ALMEIDA, F. A. ; BELTRÃO, N. E. M. ; CAVALCANTI, F. B. **Estatística Experimental Aplicada**. 2 ed. Revisada e Ampliada. Campina Grande; Embrapa Algodão/Universidade Federal de Campina Grande, 2008, p. 273 – 288.

SAS INSTITUTE. SAS/STAT<sup>®</sup> 9.22 User's Guide, Cary, NC; SAS Institute Inc., 2010, 8444 p.

SILVA, G. S. ; SOUSA, M. F. ; SILVA, M. N. B. ; SILVA, S.A. ; NUNES, P. N. G. Avaliação de biomassa de restos culturais de consórcios agroecológicos direcionados à alimentação animal no Semiárido paraibano. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROECOLOGIA, 6., CONGRESSO LATINO AMERICANO DE AGROECOLOGIA, 2., 2009, Curitiba. **Agricultura familiar e camponesa experiências passadas e presentes construindo um futuro sustentável: anais**. Curitiba: ABA, SOCLA, 2009. 1 CD-ROM.

SILVA, M. N. B. ; BASTOS, C. S. ; WANDERLEY JÚNIOR, J. S. A. . Conhecimento Tradicional: bases científicas para a produção de algodão orgânico no Curimataú paraibano. In: VI Congresso Brasileiro do Algodão, 2007, Uberlândia/MG. **VI Congresso Brasileiro do Algodão**, 2007.

SOARES DE MELO, J. C. C. B. ; GOMES, E. G. Eficiências aeroportuárias: uma abordagem comparativa com análise envoltória de dados. **Revista de Economia e Administração**, São Paulo, v.3, n. 1, p.15-23, jan – mar 2004.

SOUZA, M. C. M. Produção de algodão orgânico colorido: possibilidades e limitações. São Paulo, **Informações Econômicas**. 30p, 2000.

STEEL, R. G. D. ; TORRIE, J. H. Principles and procedures of statistics. New York: **McGraw-Hill Book**, 1980. 633p.

TAVARES, M. F. ; ALBUQUERQUE, F. A. ; SILVA, M. N. B. ; OLIVEIRA, R. A. ; COSTA, J. S. Análise energética de algodão orgânico consorciado com culturas alimentares. In: CONGRESSO BRASILEIRO DO ALGODÃO, 7., 2010, Foz do Iguaçu. **Anais... Foz do Iguaçu**, 2010. 1 CD-ROM.

TILMAN, D. CASSMAN, K. G.; MATSON, P. A.; NAYLOR, R. N.; POLASKY, S. Agricultural Sustainability and Intensive Production Practices, **Nature**, n° 418, p. 671-677, 2002.

TRENBATH, F. Plant interactions in mixed crop communities. In: PAPENDICK, R. I.; SANCHEZ, P. A.; TRIPLETT, G. B. (Ed.) **Multiple cropping**. Madison, Winconsin: AMERICAN SOCIETY OF AGRONOMY, ASA, n. 27, p. 129 – 169, 1976 (Special Publication, reprinted 1981).

WANDERLEY JÚNIOR, J. S. A. **Experiências para Produção de Algodão Herbáceo em Sistemas Agroecológicos Familiares no Curimataú Paraibano**. 2006. 25 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Agronomia) - Universidade Federal da Paraíba, Areia.

WILLEY, R. W. Intercropping – its importance and research needs. Part. 2. Agronomy and research approaches. **Field Crop Abstracts**, v. 32, n. 2, p. 73-85, 1979.

ZEHNDER, G.; GURR, G. M.; KÜHNE, S.; WADE, M.R.; WRATTEN, S.D.; WYSS, E. Arthropod pest management in organic crops. **Annual Review of Entomology**, v. 52, p. 57-80, 2007.

## 7. APÊNDICES

**APÊNDICE 1:** Valor calórico total por hectare das operações e insumos utilizados no agroecossistema de algodão+milho+feijão. Remígio/PB, ano agrícola 2008/2009.

DISCRIMINAÇÃO	UNIDADE	QUANTIDADE	EQUIVALENTE EM CALORIA, MJ/KG	GASTO CALORICO TOTAL (MJ)
<b>Input</b>				
<b>1.1 Preparo do terreno</b>	h/t	1	88	88
<b>1.2.Plantio</b>				
1.2.1. Plantio(tração animal)	d/h/a	1	47	47
1.2.2. Plantio (matraca)	d/h	1	13	13
<b>1.3. Capinas</b>				
1.3.1. Primeira limpa (tração animal)	d/h/a	1	47	47
1.3.2 Retoque da primeira limpa (enxada)	d/h	3	13	39
1.3.3. Segunda limpa ( tração animal)	d/h/a	2	47	94
1.3.4 Retoque da Segunda Limpa (enxada)	d/h	2	13	26
<b>1.4. Colheita</b>				
1.4.1.Colheita- milho	d/h	2	13	26
1.4.2. Primeira colheita- algodão	d/h	8	13	104
1.4.3. Segunda colheita- algodão	d/h	5	13	65
1.4.4.Colheita- feijão	d/h	11	13	147
<b>1.5. Transporte</b>				
1.5.1 Transporte- milho	d/h/a	0.1	47	5
1.5.2 Transporte- algodão	l	2	56	112
<b>2. Insumos</b>				
<b>2.1. Sementes</b>				
2.1.1. Sementes de milho	kg	4	15	60
2.1.2. Sementes de feijão	kg	3	14	42
2.1.3.Sementes algodão	kg	30	12	360
<b>2.2. Combustível (30 minutos equivale a 5 litros de combustível)</b>	l	5	56	280
<b>3 . Beneficiamento</b>				
3.1 Beneficiamento Algodão	h	1	88	88
3.2 Beneficiamento do Feijão caupi	d/h	0.3	13	4
3.3. Beneficiamento do Milho	h	2.0	88	176
<b>TOTAL GASTOS</b>				<b>1823.00</b>



**APÊNDICE 2:** Valor calórico total por hectare das operações e insumos utilizados no agroecossistema de algodão+amendoim+gergelim. Remígio/PB, ano agrícola 2008/2009.

DISCRIMINAÇÃO	UNIDADE	QUANTIDADE	EQUIVALENTE EM CALORIA, MJ/KG	GASTO CALORICO TOTAL, (MJ)
<b>1.1 Preparo do terreno</b>	h/t	1	88	88
<b>1.2.Plantio</b>				
1.2.1. Plantio(tração animal)	d/h/a	1	47	47
1.2.2. Plantio (matraca)	d/h	1	13	13
<b>1.3. Capinas</b>				
1.3.1. Primeira limpa (tração animal)	d/h/a	1	47	47
1.3.2 Retoque da primeira limpa (enxada)	d/h	3	13	39
1.3.3. Segunda limpa ( boi )	d/h/a	2	47	94
1.3.4 Retoque da Segunda Limpa (enxada)	d/h	2	13	26
<b>1.4. Colheita</b>				
1.4.2. Primeira colheita- algodão	d/h	8	13	104
1.4.3. Segunda colheita- algodão	d/h	5	13	65
1.4.5.Primeira colheita- gergilim	d/h	8	13	104
1.4.6. Segunda colheita- gergilim	d/h	3	13	39
1.4.7. Colheita- amendoim	d/h	4	13	52
<b>1.5. Transporte</b>				
1.5.1 Transporte- algodão	1	2	56	112
1.5.2 Transporte-amendoim	1	3	56	168
1.5.3 Trasnporte- gergelim	1	0.03	56	2
<b>2. Insumos</b>				
<b>2.1. Sementes</b>				
2.1.1. Semente de gergilim	kg	0.1	18	2
2.1.2.Sementes algodão	kg	30	12	360
2.1.3.Sementes de amendoim	kg	20	24	480
2.2. Combustível (30 minutos equivale a 5 litros de combustível)	l	5	56	280
<b>3 . Beneficiamento</b>				
3.1. Beneficiamento Algodão	h	1	88	88
3.2. Beneficiamento do Gergelim	d/h	1	13	13
3.3. Beneficiamento do Amendoim				
3.3.1. Despencamento	d/h	0.1	13	1
<b>TOTAL DOS GASTOS</b>				<b>2224</b>

**APÊNDICE 3:** Valor calórico total por hectare das operações e insumos utilizados no agroecossistema de feijão solteiro. Remígio/PB, ano agrícola 2008/2009.

DISCRIMINAÇÃO	UNIDADE	QUANTIDADE	EQUIVALENTE EM CALORIA, MJ/KG	GASTO CALORICO TOTAL, (MJ)
<b>ATIVIDADES</b>				
1.1 Preparo do terreno	h/t	1	88	88
<b>1.2. Plantio</b>				
1.2.1. Plantio (tração animal)	d/h/a	1	47	47
1.2.2. Plantio (matraca)	d/h	1	13	13
<b>1.3. Capinas</b>				
1.3.1. Primeira limpa (tração animal)	d/h/a	1	47	47
1.3.2. Retoque da primeira limpa (enxada)	d/h	3	13	39
1.3.3. Segunda limpa ( boi )	d/h/a	2	47	94
1.3.4. Retoque da Segunda Limpa (enxada)	d/h	2	13	26
<b>1.4. Colheita</b>				
1.4.1. Colheita- feijão	d/h	11	13	143
<b>1.5. Transporte</b>				
<b>2. Insumos</b>				
<b>2.1. Sementes</b>				
2.1.1. Sementes de feijão	kg	20	14	280
2.2. Combustível (30 minutos equivale a 5 litros de combustível)	l	5	56	280
<b>2.3. Beneficiamento</b>				
2.3.1. Beneficiamento do Feijão Caupi	d/h	0.3	13	4
<b>TOTAL DOS GASTOS</b>				<b>1061.20</b>

**APÊNDICE 4:** Valor calórico total por hectare das operações e insumos utilizados no agroecossistema de algodão solteiro. Remígio/PB, ano agrícola 2008/2009.

DISCRIMINAÇÃO	UNIDADE	QUANTIDADE	EQUIVALENTE EM CALORIA, MJ/KG	GASTO CALORICO TOTAL, (MJ)
<b>ATIVIDADES</b>				
1.1 Preparo do terreno	h/t	1	88	88
<b>1.2. Plantio</b>				
1.2.1. Plantio(tração animal)	d/h/a	1	47	47
<b>1.3. Capinas</b>				
1.3.1. Primeira limpa (tração animal)	d/h/a	1	47	47
1.3.2. Retoque da primeira limpa (enxada)	d/h	3	13	39
1.3.3. Segunda limpa (tração animal )	d/h/a	2	47	94
1.3.4. Retoque da Segunda Limpa (enxada)	d/h	2	13	26
<b>1.4. Colheita</b>				
1.4.1. Primeira colheita- algodão	d/h	8	13	104
1.4.2. Segunda colheita- algodão	d/h	5	13	65
<b>1.5. Transporte</b>				
1.5.1. Transporte- algodão	l	2	56	112
<b>2. Insumos</b>				
<b>2.1. Sementes</b>				
2.1.5.Sementes algodão	kg	20	12	240
2.2. Combustível (30 minutos equivale a 5 litros de combustível)	l	5	56	280
<b>3. Beneficiamento</b>				
3.1. Beneficiamento Algodão	h	2	88	176
<b>TOTAL DOS GASTOS</b>				<b>1318.20</b>

**APÊNDICE 5:** Valor calórico total por hectare das operações e insumos utilizados no agroecossistema de amendoim solteiro. Remígio/PB, ano agrícola 2008/2009.

DISCRIMINAÇÃO	UNIDADE	QUANTIDADE	EQUIVALENTE EM CALORIA, MJ/KG	GASTO CALORICO TOTAL, (MJ)
<b>ATIVIDADES</b>				
1.1 Preparo do terreno (arração)	h/t	3	88	264
<b>1.2. Plantio</b>				
1.2.1. Plantio (tração animal)	d/h/a	1	47	47
<b>1.3. Capinas</b>				
1.3.1. Primeira limpa (tração animal)	d/h/a	1	47	47
1.3.2. Retoque da primeira limpa (enxada)	d/h	3	13	39
1.3.3. Segunda limpa (tração animal)	d/h/a	2	47	94
1.3.4. Retoque da Segunda Limpa (enxada)	d/h	2	13	26
1.3.5. Controle de Formigas	d/h	2	13	26
<b>1.4. Colheita</b>				
1.4.1. Colheita- amendoim	d/h	15	13	195
<b>1.5. Transporte</b>				
1.5.1 Transporte-amendoim	l	3	56	168
<b>2. Insumos</b>				
<b>2.1. Sementes</b>				
2.1.1. Sementes de amendoim	kg	70	24	1680
2.2. Combustível (30 minutos equivale a 5 litros de combustível)	l	5	56	280
<b>3. Beneficiamento</b>				
3.1. Beneficiamento do Amendoim				
3.1.1. Despencar	d/h	0.1	13	1
<b>TOTAL DOS GASTOS</b>				<b>2867.20</b>

**APÊNDICE 6:** Valor calórico total por hectare das operações e insumos utilizados no agroecossistema de gergelim solteiro. Remígio/PB, ano agrícola 2008/2009.

DISCRIMINAÇÃO	UNIDADE	QUANTIDADE	EQUVALENTE EM ICALORIA, MJ/KG	GASTO CALORICO TOTAL, (MJ)
<b>ATIVIDADES</b>				
1.1 Preparo do terreno	h/t	1	88	88
<b>1.2.Plantio</b>				
1.2.1. Plantio(tração animal)	d/h/a	1	47	47
<b>1.3. Capinas</b>				
1.3.1. Primeira limpa (tração animal)	d/h/a	1	47	47
1.3.2 Retoque da primeira limpa (enxada)	d/h	7	13	91
1.3.3. Segunda limpa ( tração animal )	d/h/a	2	47	94
1.3.4 Retoque da Segunda Limpa (enxada)	d/h	8	13	104
<b>1.4. Colheita</b>				
1.4.1.Primeira colheita- gergelim	d/h	8	13	104
1.4.2.Segunda colheita- gergelim	d/h	3	13	39
<b>1.5. Transporte</b>				
1.5.1. Transporte- gergelim	l	0.03	3	0.1
<b>2. Insumos</b>				
<b>2.1. Sementes</b>				
2.1.1.Semente de gergelim	kg	3	24	72
2.2. Combustível (30 minutos equivale a 5 litros de combustível)	l	5	56	280
<b>3. Beneficiamento</b>				
3.1. Beneficiamento do Gergelim	d/h	6	13	78
<b>TOTAL DOS GASTOS</b>				<b>1044.30</b>

**APÊNDICE 7:** Valor calórico total por hectare das operações e insumos utilizados no agroecossistema de milho solteiro. Remígio/PB, ano agrícola 2008/2009.

DISCRIMINAÇÃO	UNIDAD E	QUANTIDAD E	EQUIVALEN TE EM CALORIA, MJ/KG	GASTO CALORICO TOTAL, (MJ)
<b>ATIVIDADES</b>				
<b>1.1 Preparo do terreno</b>	h/t	1	88	88
<b>1.2. Plantio</b>				
1.2.1. Plantio(tração animal)	d/h/a	1	47	47
<b>1.3. Capinas</b>				
1.3.1. Primeira limpa (tração animal)	d/h/a	1	47	47
1.3.2 Retoque da primeira limpa (enxada)	d/h	3	13	39
1.3.3. Segunda limpa ( boi )	d/h/a	2	47	94
1.3.4 Retoque da Segunda Limpa (enxada)	d/h	2	13	26
<b>1.4. Colheita</b>				
1.4.1.Colheita- milho	d/h	2	13	26
<b>1.5. Transporte</b>				
1.5.1 Transporte- milho	d/h/a	0.1	13	1
<b>2. Insumos</b>				
<b>2.1. Sementes</b>				
2.1.2. Sementes de milho	kg	60	15	900
2.2. Combustível (30 minutos equivale a 5 litros de combustível)	l	5	56	280
<b>BENEFICIAMENTO</b>				
-Beneficiamento do milho		3	88	264
<b>TOTAL DOS GASTOS</b>				<b>1812.00</b>